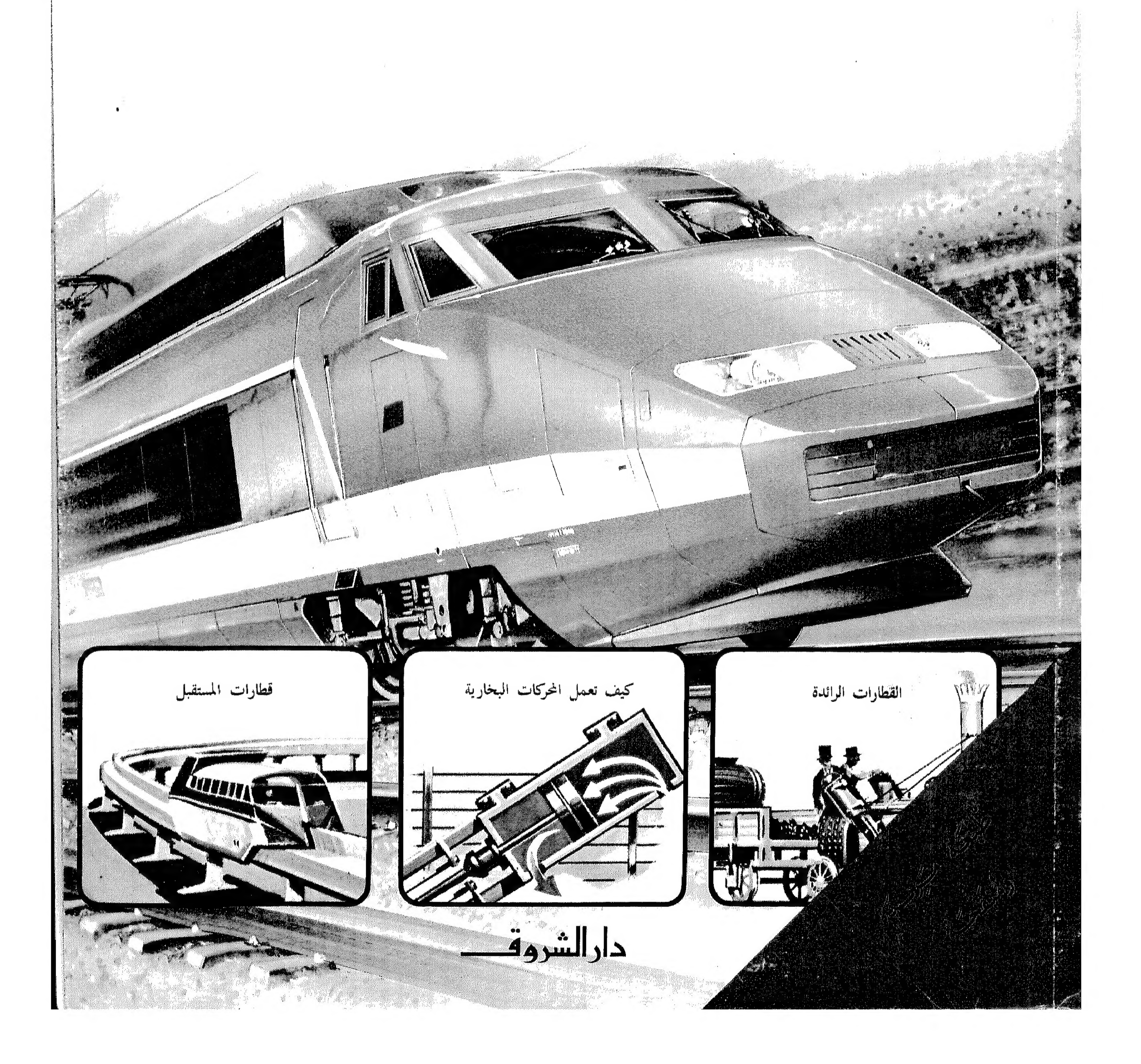
Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

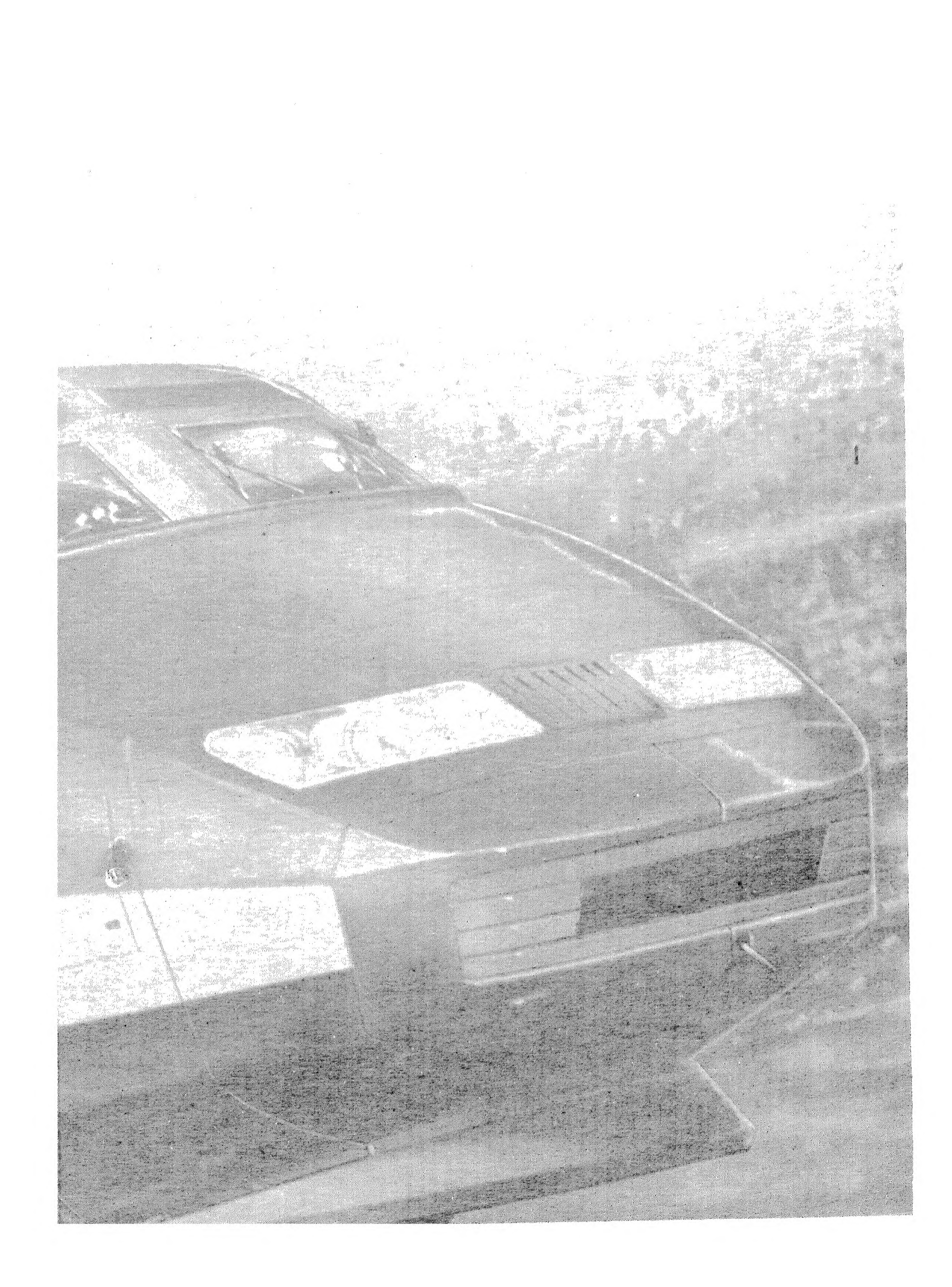
كتاب المهندس الناشئ عن

القطارات الفائقة



دار الشروق

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)



Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

كتاب المهندس الناشىء عن

القطارات الفائقة



هذه القاطرة الانسيابية طراز «بورسيج 001 05»، التابعة لسكك حديد الحكومة الألمانية، حققت رقماً قياسياً عالمياً للبخار في عام ١٩٣٥. فلقد وصلت سرعتها إلى ٢٠٠,٤ كم/ساعة في رحلة اختبار بين برلين وهامبورج.

كانت القاطرة «بيرلنجتون زفير» لعام ١٩٣٤ أول قاطرة إنسيابية في العالم بتشغيل ديزل ـ كهربائي. كان الجسم الخارجي مصنوعاً من الصلب عديم الصدأ **stainless steel**، وكان القطار سريعاً. فلقد بلغ متوسط سرعتها ١٤٧,٤ كم/ساعة في إحدى الرحلات من شيكاغو إلى دنفر، والمسافة بينهما ١٦٣٧ كم، كما بلغت سرعتها القصوى نحو ١٩٠ كم/ساعة.

«الميسترال» قطار فرنسي، سريع (إكسبريس) وفاخر، يشغَّل بالكهرباء. وهو يسير من باريس إلى الشاطىء الجنوبي ومصايف الريفييرا بسرعات تصل إلى ١٦٠ كم/ساعة. ومن التسهيلات الخاصة الموجودة على مَتْنه: صالونات لتصفيف الشعر، ومحل لبيع الصحف والمجلات، وخدمة سكرتاريّة لرجال الأعمال.

كتاب المهندس الناشىء عن

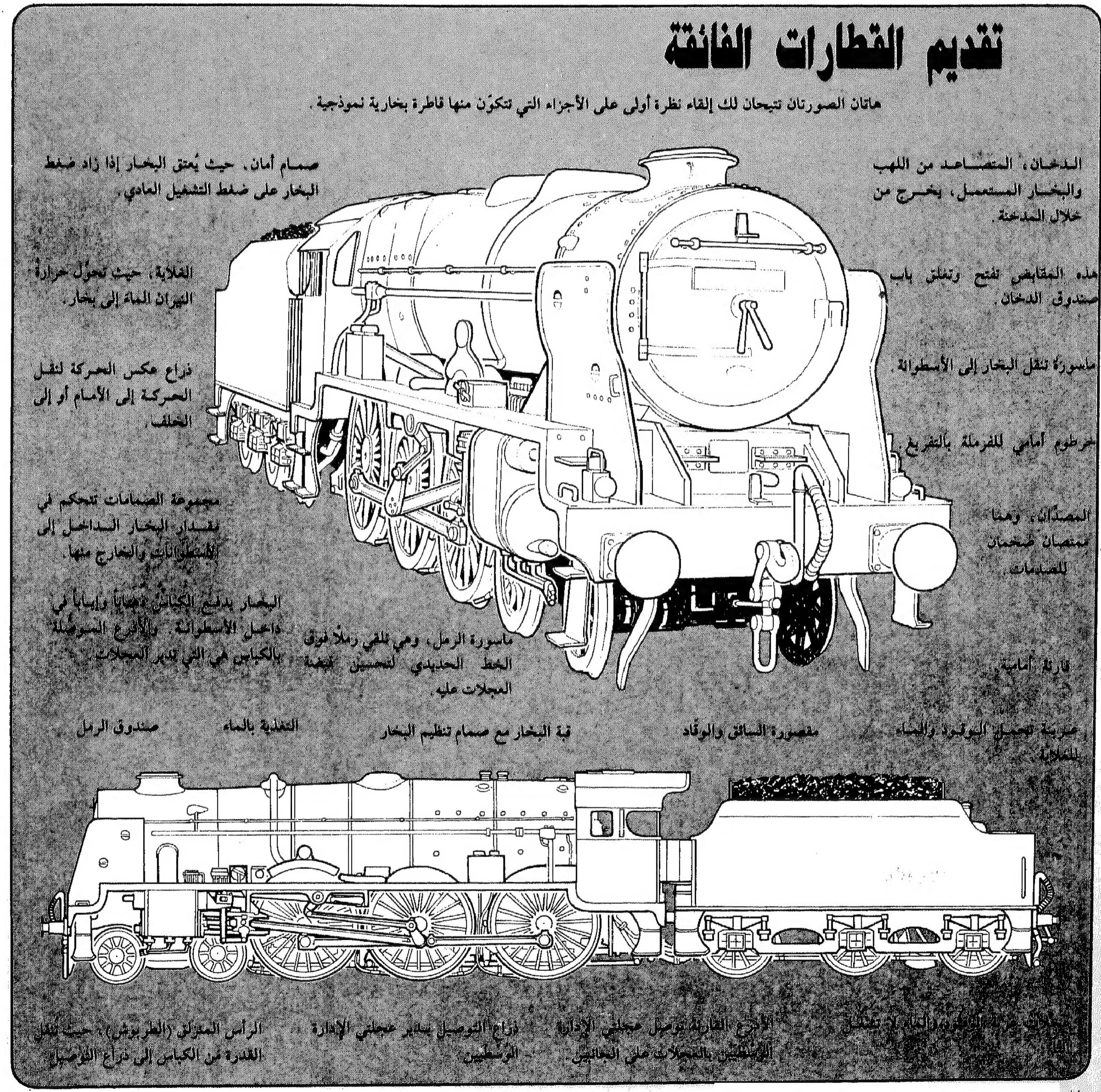
القطارات الفائقة

تأليف: جوناثان راتلاند

ترجمة: دكتور أنور محمود عبد الواحد

© جميع حقوق الطبع والنشر باللغة العربية محفوظة ومملوكة لدار الشروق

القاهرة: ١٦ شارع جواد حسني - هاتف: ٣٩٣٤٥٧٨ - ٣٩٣٤٨١٤ - برقيا: شروق - تلكس: SHOROK 20175 LE
بيروت: ص.ب: ٨٠٦٤ - هاتف: ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٧٦٥ - ٨١٧٢١٣ - برقيا: داشروق - تلكس: SHROK UN 93091



Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

كتاب المهندس الناشىء عن

القطارات الفائقة

هذا الكتاب

جاء وقت، وكان ذلك من ١٥٠ عاماً مضت، كانت فيه جميعُ القطاراتِ قطاراتٍ فائقة لأن السفر بالقطار كان أسرع وسيلة للنقل في العالم. وكان دخان ولهيب القطارات البخارية المبكرة يجعلانها تبدو وكأنها مَرَدَةٌ ميكانيكية. وكانت المحركات قذرة وبسيطة، ولكنها كانت خَطِرة في بعض الأحيان. أما الآن، فإن القطارات تعتبر، بالنسبة لكثير من الرحلات، أنظف وسائل السفر وأسرعها وأكثرها أماناً.

وهذا كتاب عن القطارات، وليس فقط عن القطارات الفائقة التي حققت أرقاماً قياسية، بل وعن قطارات البضائع والقطارات غير العادية وسكك حديد الأنفاق تحت الأرض. ويفسر الكتاب القدرة البخارية والكهربائية وبمحركات ديزل في أسلوب بسيط، مع دليل يبين ـ خطوة خطوة ـ كيف تدار القاطرة البخارية. وستعرف الكثير من المعلومات عن القاطرات، في الماضي والحاضر بل وفي المستقبل أيضاً.

ويجب أن يشجعك هذا الكتاب على أن تتعرف بنفسك على أحدث السكك الحديدية في العالم، وعلى أن تسترجع الماضي بزيارة متاحف السكك الحديدية العديدة.

الفهرس



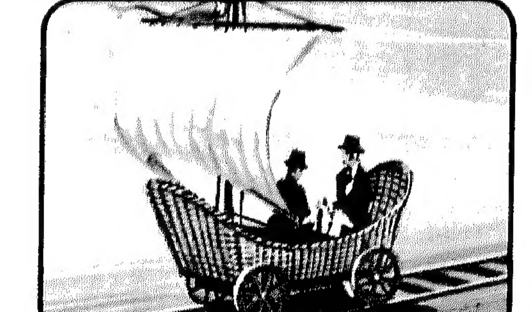
القطارات الأولى

يرجع أصل القطارات، أي المركبات التي تَجْرِي على قضبان، إلى أكثر من ٢٠٠٠ سنة في عهد الإغريق القدماء. فقد كانت عربات المزارع تُسحب على طول طُرُقٍ أُخدوديَّة، حيث كانت تُشَقُّ في الصخور أخاديد ضيقة لتتدحرج فيها العجلات.

وفيما بعد ذلك بنحو ١٥٠٠ سنة اختُرِعت سِكَّة العربات. وكانت السِّكَّة عبارة عن قضيبين خشبيين متوازيين تجري عليهما العربات. وكانت العجلات مزودة بحواف (تسمى الشِّفَاه) لإبقائها على القضيبين. واستخدمت الخيول في جر تلك العربات. واخترعت القضبان المعدنية في عام ١٧٨٩، وفي عام ١٨٠٣ بَنَى ريتشارد تريفيثيك أول قاطرة بخارية.

قاطرة ستيفنسون «روكيت»، ١٨٢٩

في عام ١٨٢٩ أقيمت مسابقة لاختيار أفضل قاطرة للعمل على الخط الحديدي الجديد من ليفربول إلى مانشستر. وفاز جورج وروبرت ستيفنسون بالجائزة ومقدارها ٥٠٠ جنيه استرليني. وكانت قاطرتهما «روكيت» (وتعني الصاروخ) هي الوحيدة من بين القاطرات الخمس المتنافسة التي نجحت في جميع الاختبارات. وكان في إمكانها السير بسرعة منتظمة، ٤٥ كم/ساعة، بدون عربات، وبنحو ٣٥ كم/ساعة عندما تجر حِمْلاً.



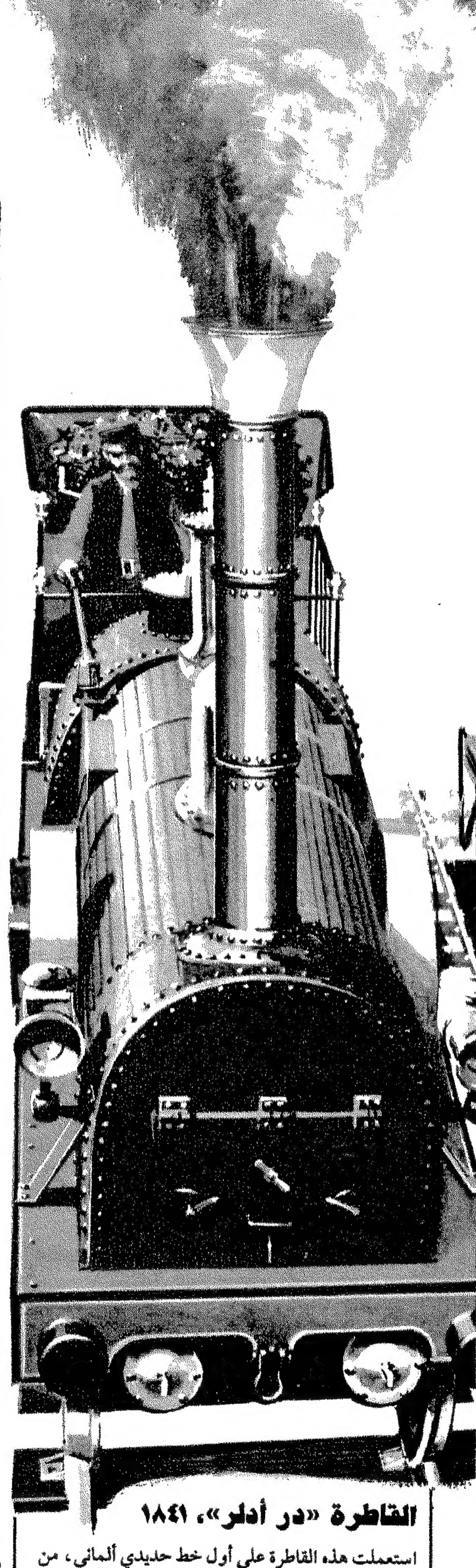
▲ هذه المركبة الغريبة - سيارة شراعية تسير على قضيب - كانت تستخدم على الخط الحديدي الأمريكي بلتيمور وأوهايو في عام ١٨٣٠. وكان سيرها ناجحاً عند هبوب الريح في الاتجاه الملائم. ولكن حدث أن نسي سائقها في أحد الأيام أن «يربط» الفرملة عند نهاية الخط - فتحطمت نتيجة اصطدامها بواجهة مصرف.

القاطرة «أفضل صديق لشارلستون»، ١٨٣٠

أُطلق على هذه القاطرة اسم «أفضل صديق لشارلستون» The Best Friend of Charleston واستعملت في أول خدمة قطارات منتظمة بالولايات المتحدة الأمريكية. وكانت تشبه كثيراً المحركات البخارية المبكرة من حيث أن الغلاية كانت قائمة (رأسية). وفي أحد الأيام، حاول الوقَّاد أن يزيد من السرعة، فأغلق صمام الأمان - فانفجرت الغلاية.

كانت إحدى القاطرات المنافسة للروكيت مزودة بحصانين يديران «طاحونة دَوْس» treadmill لتشغيل القاطرة، وانطلقت بسرعة ٢٤ كم/ساعة.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)



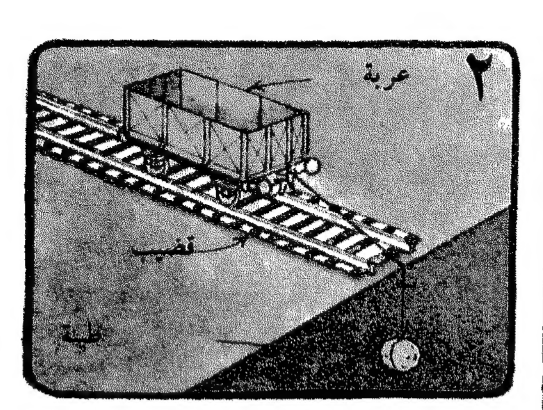
القاطرة «در أدلر»، ١٨٤١

استعملت هذه القاطرة على أول خط حديدي ألماني، من نورنبرج إلى فورث. وكانت «درْ أدْلَر» مزودة بثلاثة أزواج من العجلات، أي بعجلتين أكثر من الروكيت، وبذلك كان يمكنها استيعاب غلاية أكبر.

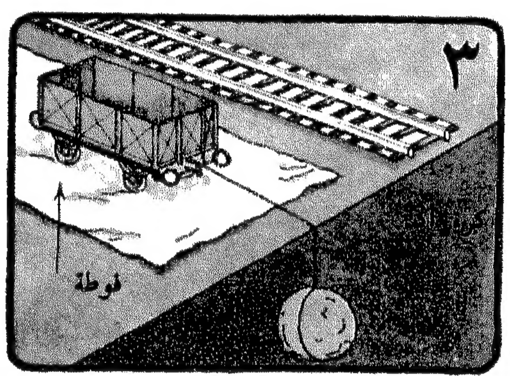
١ الدروج على القضبان

يمكن لعربة بضائع مُحمَّلة، تَدْرُج على سكة مستوية بسرعة ١٠٠ كم/ساعة، أن تنطلق انطلاقاً حراً إلى مسافة ٨ كم على الأقل قبل أن تتوقف. أما على الطريق، فإن شاحنة (لوري) لها ذات الوزن ستتوقف بعد ١,٥ كم فقط. وذلك لأن العجلات المعدنية الملساء تَدْرُج (تتدحرج) على القضبان المعدنية الملساء بسهولة تفوق بكثير دُرُوج الإطارات المطاطية على الطرقات. وهذا هو السبب في أن القاطرات يمكنها أن تَجُرّ أحمالاً هائلة.

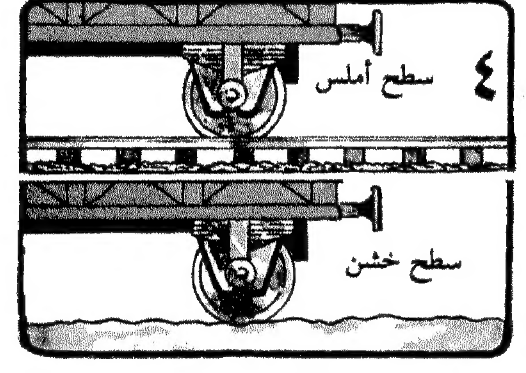
يمكنك أن ترى الفرق الذي يحدثه سطح أملس على الكيفية التي تَدْرُج (تتدحرج) بها الأشياء بإجراء هذه التجربة البسيطة.



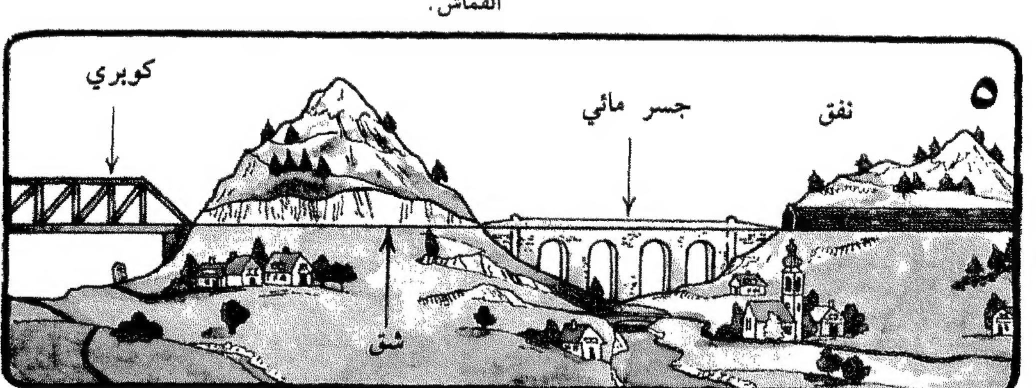
▲ ضع نموذجاً صغيراً لعربة قطار على نموذج لخط حديدي فوق منضدة. اربط خيطاً من القطن بقارنة العربة، ثم ثبت كرة من طينة تشكيل (بلاستسين) في طرف الخيط وعلقها من فوق حافة المنضدة. سجل وزن الطينة الذي يجعل العربة تبدأ في الدُرُوج.



▲ والآن ضع فُوطةً أو قطعة من قماش خشن آخر على المنضدة وافردها جيداً. ارفع العربة من على القضيب وضعها على القماش، أعِد التجربة مرة أخرى. لن تتحرك العربة إلا إذا استعملت كرة أكبر.



▲ هذان المنظران المكبَّران يوضحان السبب في احتياجك إلى ثقل أكبر لتحريك العربة على القماش الخشن. إن العجلات الفولاذية على القضبان الفولاذية تَلْقَى مقاومة صغيرة عند سحبها. وتحتاج العجلات الملامسة للقماش الخشن إلى ثقل إضافي للتغلب على الاحتكاك مع القماش.



▲ يحتاج القطار إلى قدر كبير من الطاقة ليزيد من سرعته. وما أن يصل إلى السرعة المطلوبة، فإنه لا يحتاج إلا لقدر صغير من القدرة ليواصل دُرُوجَه على خط حديدي مستقيم ومستو. ولكن القطارات يجب أن تبطيء في المنحنيات، كما لا يمكنها أن تتسلق التلال شديدة الانحدار. وتنزلق العجلات بسهولة على القضبان المعدنية الملساء، لذلك يحاول مصممو السكك الحديدية أن يتجنبوا التلال والمنحنيات. وتبين الصورة كيف تستعمل طرق مختلفة لجعل السكة الحديدية مستوية بقدر الإمكان. ونعرض في صفحة ١٥ طرقاً أخرى للتغلب على مشكلة تسلق الجبال.

أول خدمة لنقل الركاب بالسكك الحديدية في العالم بدأت في ويلز عام ١٨٠٧، واستخدمت الخيل في جر العربات.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)



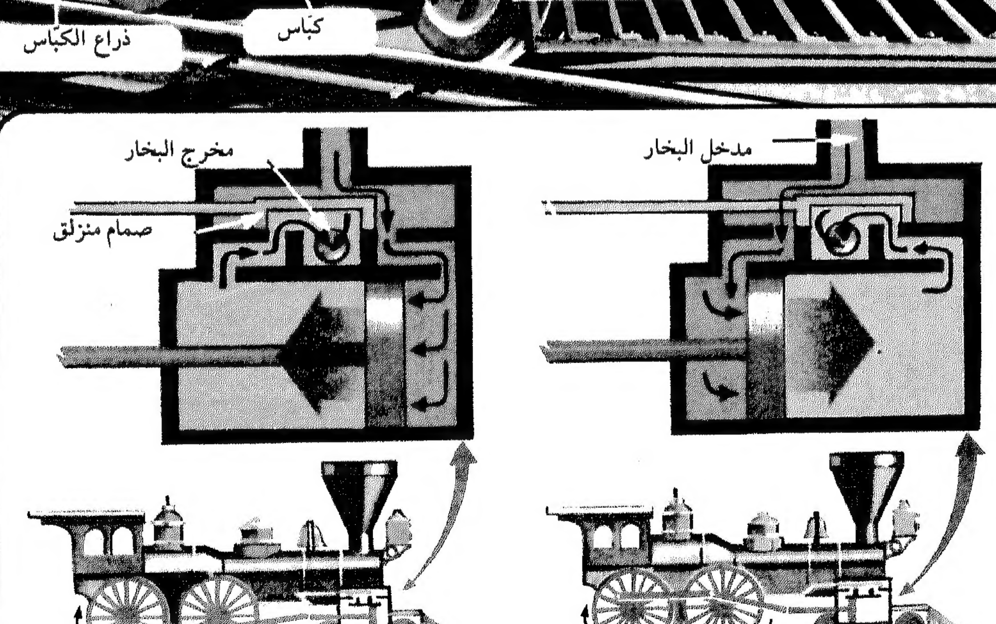
قدرة البخار

ظل التصميم الأساسي للمحرك البخاري واحداً منذ «الروكيت» حتى الوقت الحاضر. ويمكن تفهُّم المبادىء البسيطة لقدرة البخار من هذا المنظر المقطوع جزئياً لقاطرة أمريكية كلاسيكية.

ولقد كان أكثر من نصف ما بني في الولايات المتحدة الأمريكية من قطارات فيما بين عامي ١٨٦٦ و ١٩٠٠ (ويبلغ مجموعها ٥٠٠٠٠ قاطرة) من هذا النوع، ويعرف الرقم الكودي للعجلات (٤ ـ ٤ ـ صفر) بالنوع الأمريكي. وكانت تَحرقُ الخشب عادة، لقلة مناجم الفحم المستغلة وقتئذ. ولم يكون يُحوَّل سوى ٤٪ فقط من حرارة النار إلى قدرة جَرّ. أما معظم الباقي فكان ينصرف في الدخان، الذي كان يتصاعد غالباً من مدخنة متسعة الفوهة ومصممة لالتقاط أيّ شرر متطاير. وكان المصباح الزيتي الكبير جداً، الموجود في المقدمة، لازماً لمساعدة السائق على رؤية الحيوانات الشاردة أو علامات التحذير أثناء هدير القطار عبر السهول والبراري ليلاً. وكان الحاجز الأمامي العريض (أسفل المقدمة) مصمماً لكَسْح أي حيوان موجود على السِّكة.

كان صندوق النيران الأمريكي، في قاطرة تجرُّ قطاراً ثقله ١٥٠ طناً بسرعة متوسطة ٦٥ كم/ساعة، يستهلك ٤٥ كجم من الخشب لكل كيلومتر.

٤ الأسطوانة



يوجد كباس في داخل كل أسطوانة. وعندما ينفتح الصمام المنظّم (برتقالي اللون في الرسوم التخطيطية المبينة إلى اليسار)، يدخل البخار في الأسطوانة. ويتمدد البخار فيدفع الكباس على طول الأسطوانة. وهذه الحركة، موصَّلةً عن طريق ذراع توصيل ومرافق، تدير عجلات التدوير. ويقطع الصمامُ المنزلق الإمدادَ بالبخار. وفي نهاية شوط (مشوار) الكباس، يُسمح للبخار بالدخول في الجانب الآخر للكباس. وعلى ذلك فإن البخار الذي دَفَع الكباس إلى الأمام يُصرَّف الآن ويمر من خلال ماسورة التصريف إلى المدخنة.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)



١ صندوق النيران

توقد نار من الخشب أو الفحم في صندوق النيـران . وتستعمل حرارة النار في غَلْي الماء فيتولّد البخار .

٢ الغلاية

الغلاية هي في الواقع برميل معدني كبير يحتوي على ماء، ويوجد فيه العديد من الأنابيب . وتسخن الأنابيب بواسطة الهواء الساخن من صندوق النيران . وعنـدما يغلي الماء، فإن البخار يتجمع في القبة .

٣ القبة

يتجمع البخار من الغلاية في القبة . وعندما يرتفع ضغط البخار ارتفاعاً كافياً فإن السائق يفتح الصمام المنظِّم، وذلك للسماح للبخار بالاندفاع إلى داخل أسطوانتيـن . وكلٌّ من هاتين الأسطوانتين مُركَّبة على أحد الجانبين، فيما بين الحاجز الأمامي وعجلات التدوير .

٥ ماسورة تصريف البخار

يُدفَع البخار المنصرف (العادم) من الأسطوانات إلى أعلى من خلال ماسورة التصريف . وهـذا يسحب الغـازات الساخنة من صندوق النيران على طول أنابيب اللهب، مما يُحسِّن من اشتعال النار . وكـلّ نَفْثةٍ من قطار بخاري إنما يُحدِثها اندفاع البخار إلى أعلى من خلال ماسورة التصريف .

الأرقام الكودية للعجلات

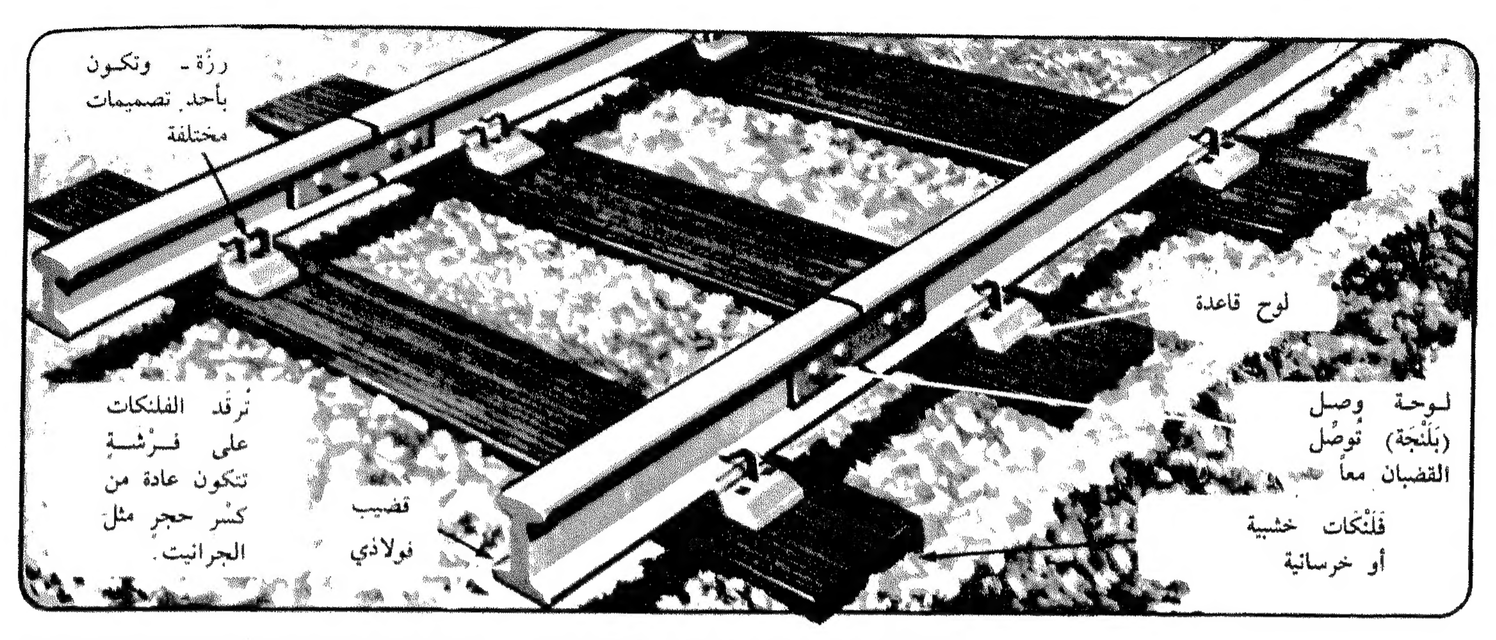
إن الرقم الكودي لعجلات قاطرة بخارية يبين عدد عجلات هذه القاطرة ووظيفة كل منها . فالرقم الكودي لعجلات القاطرة المبينة (فوق) هو ٤ ـ ٤ ـ صفر . والرقم الأول يعـطي عدد العجـلات الأمـامـية، والثـاني عـدد عجلات التدوير، والثالث عدد العجلات الخلفية . وكثير من الأرقام الكودية للعجلات لها أسماء أيضاً . فالكود ٤ ـ ٤ ـ صفر يُعرف بالأمريكي . ويمكنك أن تشاهد إلى اليسار أرقاماً كودية أخرى مع أسمائها التي تُعرف بها .

وقد اخترع فريدريك هوايت، أحد موظفي السكة الحديدية المركزية في نيويورك، هذه الطريقة من الأرقام الكودية، وذلك عام ١٩٠٠ .

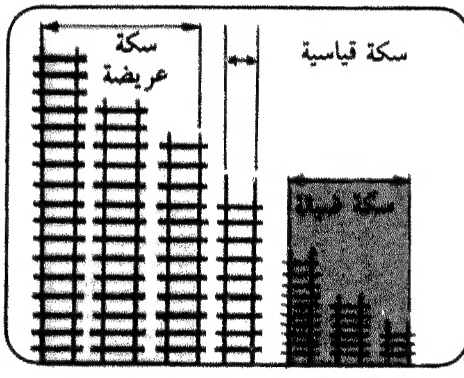
في عام ١٨٣٢، قبل استعمال المداخن الواسعة، أشعلت شرارةٌ من الخشب المحترق النارَ في عملات ورقية مقدارها ٦٠٠٠٠ دولار كانت مشحونة في عربة مكشوفة .

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

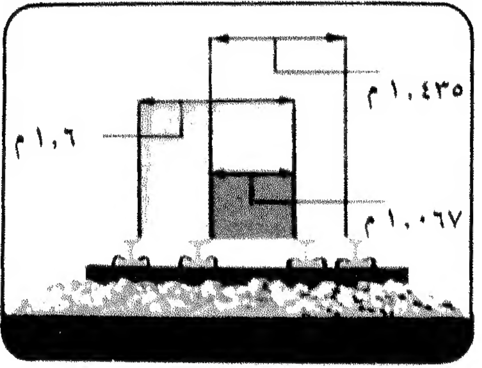
القضبان والسكك



▲ تبين هذه الصورة منظراً تفصيلياً للسِّكة. وفي كثير من الدول، تُصنع «الفلَنْكات» حالياً من الخرسانة. ويتراوح عدد الفلنكات، في بريطانيا مثلاً، ما بين ١٣٢٠ و١٥٤٠ فلنكة في الكيلومتر الواحد من السِّكة.



▲ تستعمل ٧ مقاييس رئيسية في أنحاء العالم. ويلي المقياس الاصطلاحي (استاندرد)، مقياس المتر الواحد، من حيث شيوع الاستعمال. وأعرض مقياس مستعمل حالياً أضيق بكثير من المقياس ٢,١٣٤ م الذي استعمل في سكك حديد «جريت وسترن» البريطانية خلال القرن ١٩.



▲ لدى أستراليا سكة متعددة المقاييس للتغلب على مشكلات العروض المختلفة. ويبين الرسم التخطيطي قطاعاً للسكة في أستراليا الجنوبية وكيف يمكنها التعامل مع قطارات بثلاثة مقاسات مختلفة.

إن المسافة بين قضيبي سكة حديدية تسمى المقياس أو المعيار. والمقياس الاصطلاحي (استاندارد) هو ١,٤٣٥ م، ويستعمل في جميع أنحاء العالم. ولقد طوَّره جورج ستيفنسون، الذي جعل مقياسه مبنياً على القضبان المستعملة في سكك عربات المناجم. وكان عرض السِّكة ملائماً لسير حصان بين القضيبين أثناء جرِّه لعربة محملة بالفحم.

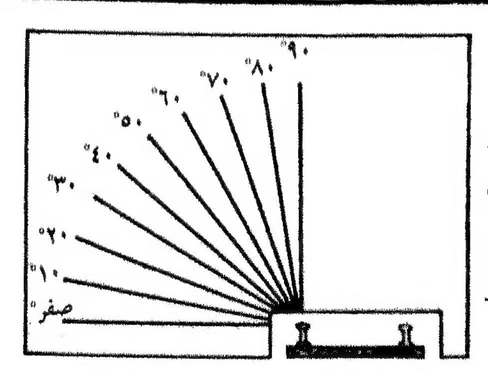
وتستعمل مقاييس (معايير) مختلفة في بعض أجزاء العالم، وهي تتراوح بين المقياس الضيّق جداً ٣٧١ مم والمبين على الصفحة المقابلة وبين المقياس ١,٦٧٦ م المستعمل في دول مثل الهند وإسبانيا والبرتغال والأرجنتين وشيلي.

وبعض الدول، بما فيها أستراليا، يوجد بها عدة مقاييس مختلفة. وهذا يعني ضرورة نقل البضائع والأحمال من قطار إلى آخر عند تقابل خطين من مقياسين مختلفين. لذلك فإن معظم شبكات السكك الحديدية تستعمل سكة موحَّدة العرض.

مركز الثقل

إن السير بسرعة عالية يعتمد جزئياً على جودة السكة وجزئياً على تصميم القاطرة. فعند التفاف القطار في منحنى حاد، فإنه يجنح إلى الانقذاف نحو الخارج. وكلما علا توزيع ثقله، كان أقل استقراراً ـ وبالتالي كان أكثر عرضة للانقلاب. ويمكنك إجراء تجربة ـ للتأكد من ذلك ـ بتسيير نموذج قطار بسرعة عالية.

وهذه التجربة البسيطة تبين الفرق الذي يحدثه توزيع الثقل. استعمل نموذج قطار ـ أو حتى كتلة من الخشب ـ فإن المبدأ يظل واحداً.



▲ يلزمك صنع هذه المنقلة لمعرفة الزاوية التي يختل عندها توازن القطار. استعمل قطعة كرتون صلبة، وانقل عليها الزوايا من صفر إلى ٩٠°، كما هو مبين في الصورة. ثبت المنقلة في وَضْع قائم بطينة تشكيل.

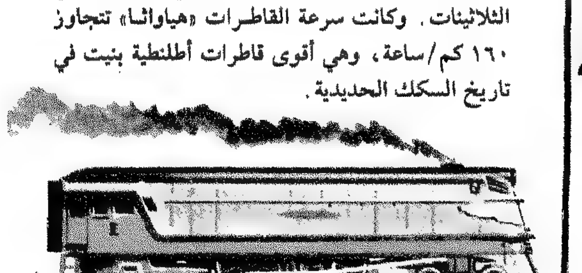
في عام ١٨٧١، كان يوجد ٢٣ مقياساً مختلفاً للسكك الحديدية في الولايات المتحدة، وكان عرضها يتراوح بين ٩١٤ مم و١,٨٣ م.

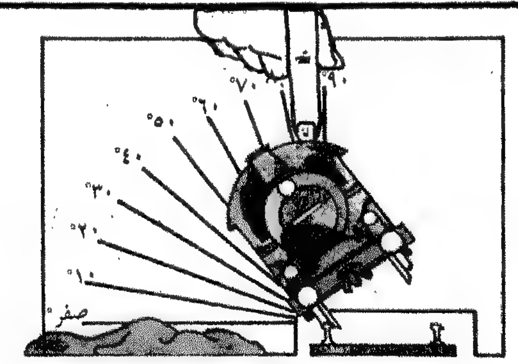


السكك العريضة والضيقة والقياسية

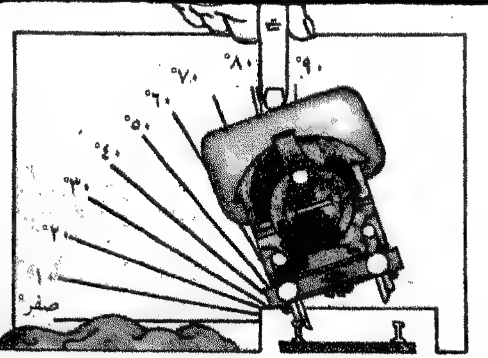
صفر ١م

▲ إلى اليمين القاطرة «نورث ستار» التي كانت تسير على سكك حديد «جريت وسترن» بمقياس ٢,١٣٤ م - وهو أعرض مقياس تم استعماله - من ١٨٣٨ إلى ١٨٩٢. وفي المقدمة قطار المقياس الضيق جداً ٣٨١ مم، وهو يسير على أصغر خطٍّ عامٍّ في العالَم، وهو خط رومني وهايث ودايمشيرش في إنجلترا. وفي المؤخرة وأسفل، القاطرة الأمريكية الجبارة «هياواثا» التي استعملت في الثلاثينات. وكانت سرعة القاطرات «هياواثا» تتجاوز ١٦٠ كم/ساعة، وهي أقوى قاطرات أطلنطية بنيت في تاريخ السكك الحديدية.





▲ رَكِّبْ القاطرة على سِكّتها، ثم أمِلْها تدريجياً إلى أن يختل توازنها. تأكد من استعمال قطعة قماش طرية تحت القاطرة للحفاظ عليها في حالة سقوطها.

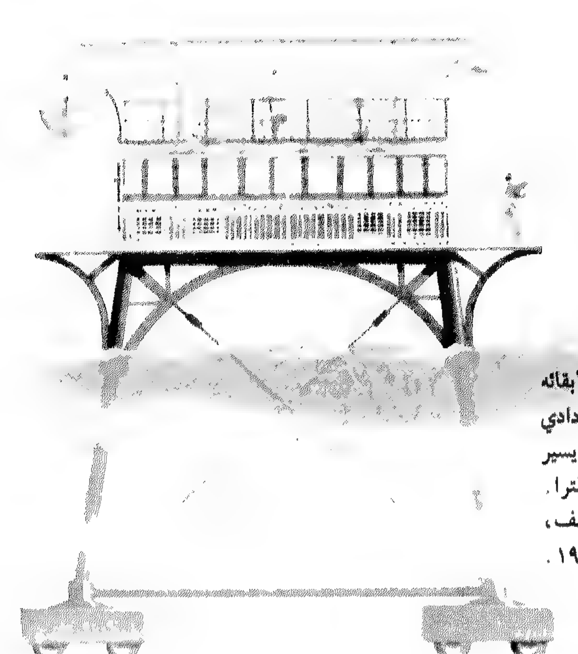


▲ الصق قطعة من طينة تشكيل فوق القاطرة. ستجد أنها ستنقلب عند زاوية أقل من ذي قبل. إن توزيع الثقل الأكثر عُلُواً جعل القاطرة أقل استقراراً.

في السكك ذات المعيار القياسي في بريطانيا، يبلغ وزن كل كيلومتر من السكة ٥٤ طناً.

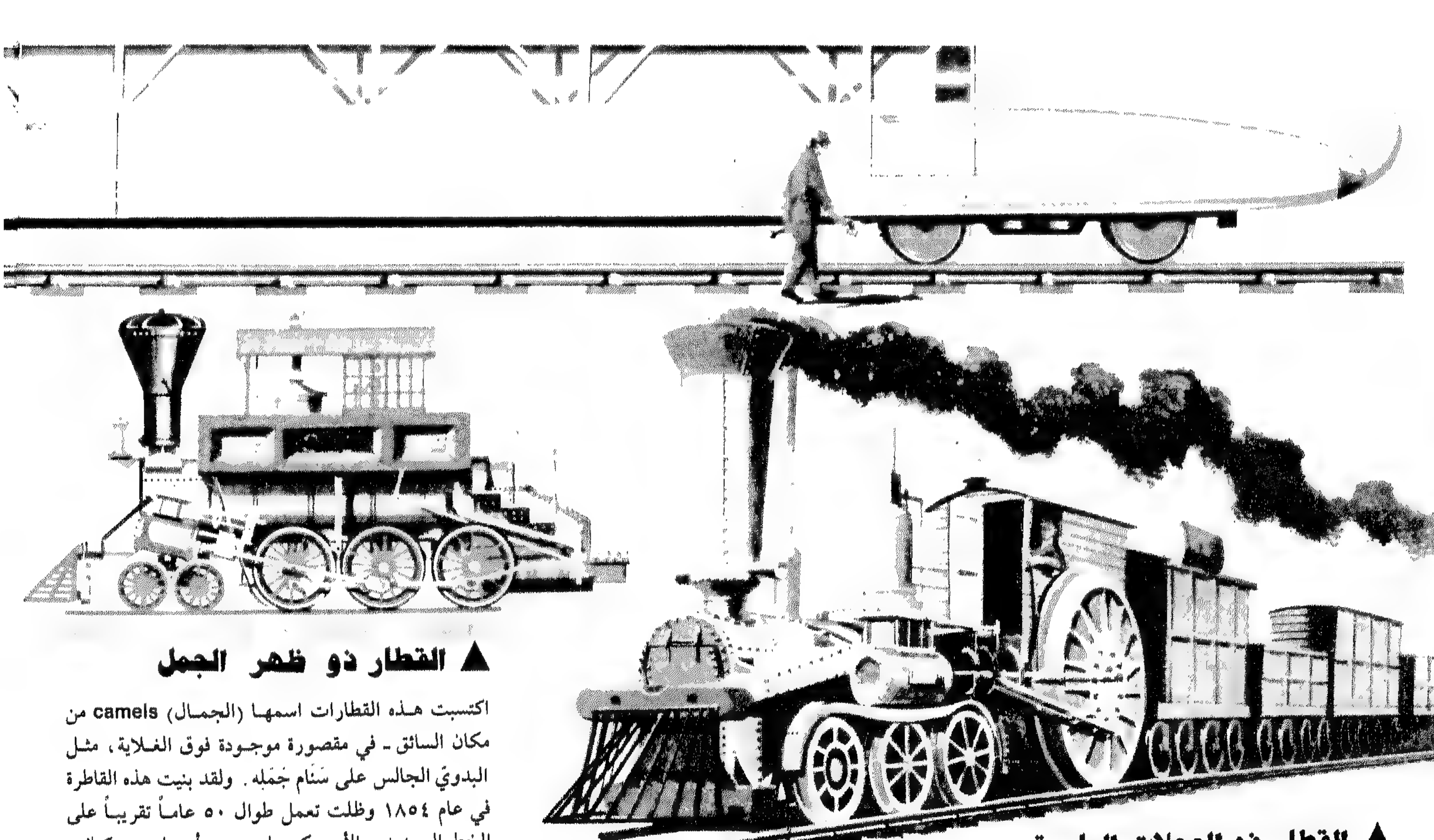
قطارات غريبة

جرَّب مهندسو السكك الحديدية العديد من الاختراعات الغريبة. وبعضها - مثل القطار الذي يتحرك تحت الماء، والمبين إلى اليسار - كان لأشغال خاصة أو لطُرُق غير عادية. وبعضٌ آخر كان مفروضاً فيها أن تجعل القطارات أسرع أو أكثر كفاءة. فمثلاً، كان القطار ذو القضيب المفرد (أسفل-يسار) ناجحاً فيما استهدفه من استعمال الوزن الخفيف والسّكة الرخيصة، ولكن المصمم لم يتوقع حدوث مشكلة معينة، وهي الإبقاء على القطار متوازناً توازناً مأموناً على القضيب، فقد كان من اللازم أن يكون الحِمْل على كلٍّ من الجانبين متساوي الوزن تقريباً، كما لزم وجود دَرَج نقّال خاص ليتمكن الناس من عبور الخط.



◄ القطار تحت الماء

كان ارتفاع قوائم هذا القطار الكهربائي ٧ أمتار لإبقائه فوق سطح البحر. ولقد أطلق عليه تهكماً اسم «دادي لونغ لجز» أي (أبي ذو الساقين الطويلتين)، وكان يسير على سكة طولها ٤,٤ كم في شاطىء برايتون بإنجلترا. ولقد ظلت القضبان تتعرض للتحطيم بفعل العواصف، حتى أوقف تشغيله بعد خمس سنوات، في عام ١٩٠١.



▲ القطار ذو ظهر الجمل

اكتسبت هذه القطارات اسمها (الجمال) camels من مكان السائق - في مقصورة موجودة فوق الغلاية، مثل البدويّ الجالس على سَنام جَمَله. ولقد بنيت هذه القاطرة في عام ١٨٥٤ وظلت تعمل طوال ٥٠ عاماً تقريباً على الخط الحديدي الأمريكي بلتيمور وأوهايو. وكانت القاطرات مزودة بصندوق نيران ضيق في الطرف الخلفي المنحدر. وكان الرقم الكودي لعجلات القاطرات الأولى هو صفر - ٨ - صفر، ولكن القاطرة المبينة ذات ٦ عجلات تدوير بالإضافة إلى بوجي متراوح (يدور حول محور) ذي ٤ عجلات في المقدمة للمساعدة على إبقائها مستقرة عند السرعات العالية.

▲ القطار ذو العجلات الماردة

تم تسيير هذا القطار في الولايات المتحدة خلال خمسينيات القرن الثامن عشر على الخط الحديدي كَامْدِنْ وأَمْبُويْ. وكانت الكباسات تدير العجلات الكبيرة بنفس سرعة تدويرها للعجلات الصغيرة، ولكن اللفّة الواحدة لعجلة كبيرة تحرك القطار مسافة أطول من عجلة صغيرة. وقد استعمل المهندسون في بعض الأحيان عجلاتِ تدوير كبيرة للحصول على سرعات عالية. وكان للقطار المبين عجلات تدوير قطرها ٢,٤٤ م ويمكنه أن يصل إلى سرعة ١١٠ كم/ساعة.

توجد أكبر قاعات انتظار للمسافرين بالسكك الحديدية في العالم بمدينة بكين في الصين، ويمكنها أن تستوعب ١٤٠٠٠ شخص.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

▼ القطار ذو أنبوبة التفريغ

هذا القطار، الذي كان يسير في جنوب غربي إنجلترا عام ١٨٤٧، لم تكن له قاطرة بل استخدمت مضخات على طول السّكة لشفط الهواء من أنبوبة التفريغ vacuum tube الممتدة بين القضيبين. وكان الشفط المتولّد يسحب كباساً على طول الأنبوبة. وكان القطار موصلاً بالكباس، فكان يجري معه على القضبان. ولقد نجح تحقيق الفكرة في أول الأمر، إلى أن أكلت الفئران الشِّفاه الجلدية التي كانت تُحكم سَدّ الأنبوبة، فتسرب الهواء إليها وفُقِد التفريغ، وبذلك توقف القطار عن العمل.

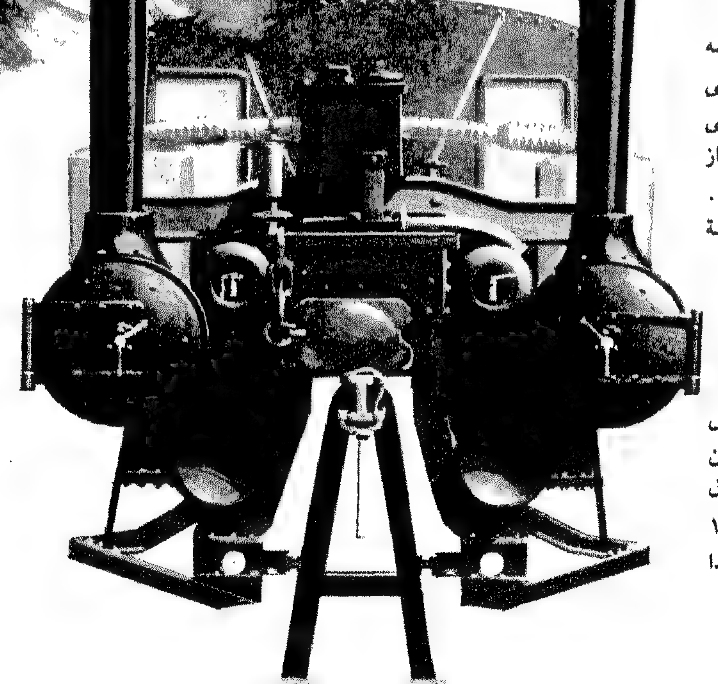
أنبوبة تفريغ

السائق

كباس

▲ القطار ذو المروحة

سجل هذا القطار، المكوّن من عربة واحدة، والشبيه بالقذيفة، رقماً قياسياً عالمياً في ١٩٣١ عندما حافظ على سرعة ٢٣٠ كم/ساعة لمسافة ١٠ كم. وكان يسمى «كرُوكِنْبِرْج»، وتدار مروحته بواسطة محرك ديزل من طراز «مايباخ» الذي كان يستعمل عادة في مناطيد زِبْلِن الشهيرة. ولقد بُني القطار في ألمانيا كتجربة لاختبار الاستقرارية والإنسيابية عند السرعات العالية.



◄ القطار ذو المدخنتين

كان هذا القطار مزوداً بغلايتين، ويسير فوق سكة على شكل الحرف A. وكانت توجد مرتكزات على كلّ جانب من ذراعي الشكل A لمنعه من الانقلاب. وكان مخترعه هو شارل لارتيج، وهو رجل فرنسي. وظل القطار مستخدماً من ١٨٨٩ حتى ١٩٢٤ في غرب إيرلندا، كما استعمل نظام لارتيج هذا في أمريكا الشمالية وفي روسيا.

في لندن عام ١٨٩١، قامت سكك حديد «جريت وسترن» بتركيب وتجميع قاطرة في زمن قياسي هو ٩ ساعات و ٥٧ دقيقة.

عمالقة على القضبان: ١

من أكبر القاطرات التي بنيت في تاريخ السكك الحديدية قاطرة روسية ٤ ـ ١٤ ـ ٤ صنعت في عام ١٩٣٤. كان ارتفاعها ٥,١٨ م ووزنها ٢٤٩ طناً. ولم تحقق نجاحاً كبيراً لأن محاور (أكْسَات) كل عجلات التدوير (١٤ عجلة) كانت مثبتة بالهيكل، وبذلك لم يكن في إمكانها أن تلتف في المنحنيات الحادة.

والقاطرات العملاقة حقاً كانت تُزوَّد بغلاية واحدة، مع مجموعتين أو أكثر من عجلات التدوير. ولم يكن لها هياكل متماسكة، بل كانت مفصلية ـ أي أن مجموعة من عجلات التدوير كانت مُركَّبة على محور ارتكاز يسمح لها بالتحرك حوله في المنحنيات. والقاطرات العملاقة «بج بويز»، مثل المبينة على هذه الصفحة، تعتبر من أكبر قاطرات بخارية صنعت حتى الآن.

▲ زُوِّدت قاطرات «جارّاتّ»، مثل القاطرة الأسترالية المبينة (فوق)، بغلاية واحدة في الوسط، مع مجموعات من عجلات التدوير في كل من الطرفين. ولقد استعملت على نطاق واسع على سكك حديدية خفيفة ومنحنية. وكانت أكبر «جارّاتّ» من بينها جميعاً هي التي بُنيت في بريطانيا عام ١٩٣٢ لروسيا. وكان الرقم الكودي لعجلاتها ٤ ـ ٨ ـ ٢ + ٢ ـ ٨ ـ ٤، وكان ارتفاعها ٥,١٨ م. وهناك ٥٩ قاطرة «جارّاتّ» من الفئة ٤ ـ ٨ ـ ٢ + ٢ ـ ٨ ـ ٤ تعمل على خطوط سكك حديد كينيا، وهي أقوى قاطرات بخارية لاتزال تستعمل حتى وقتنا هذا، رغم أنها تُقارِب الآن نهاية أعمارها التشغيلية.

شارة سكك حديد «يونيون باسفيك»

كانت المجموعة الأمامية من ثماني عجلاتِ تدوير مركَّبة على بوجي ذي محور ارتكاز. ومع التحرُّك المحوري لهذه المجموعة وللعجلات الأربع الأمامية، فقد كان من الممكن للقاطرات «بج بويز» أن تدور بأمان حول المنحنيات.

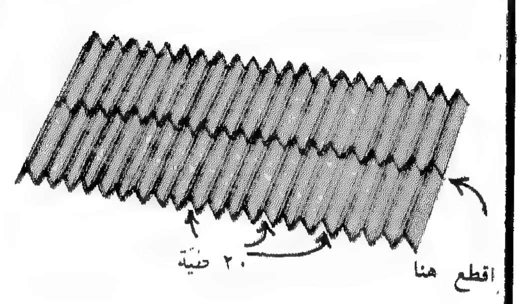
◄ قاطرة عملاقة «بج بوي» ٤ ـ ٨ ـ ٨ ـ ٤ تابعة لسكك حديد «يونيون باسفيك». ولقد بُني ٢٥ من هذه القاطرات العملاقة «جارّاتّ» فيما بين ١٩٤١ و ١٩٤٥ بواسطة شركة القاطرات الأمريكية في شِنِكْتادي بولاية نيويورك.

كانت القاطرات «بِجْ بويز» مزودة في المقدمة ببوجي ذي أربع عجلات ويتحرك حول محور ارتكاز، وذلك لإعطاء القاطرة استقراراً عند سرعات تصل إلى ١١٥ كم/ساعة.

إن أكبر أسطوانات (سلندرات) استعملت حتى الآن في قاطرة، وهي التي من طراز «ملّيت» ٢ ـ ١٠ ـ ١٠ ـ ٢، كانت بعرض ١,٢١٩ م مع طول داخلي ٨١٣ مم.

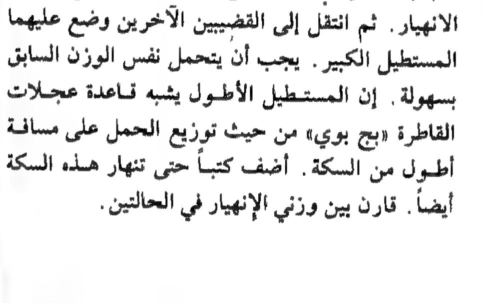
قطارات ثقيلة على سكك خفيفة الوزن

إن إحدى مشاكل القاطرات الكبيرة والثقيلة أنَّ السكك التي تسير عليها تجنح إلى الانهيار تحت وطأة ثقلها. ومن طرق حَلِّ هذه المشكلة توزيع الحِمْل على مسافة أكبر عن طريق جعل القاطرات أكثر طولاً. وهذه التجربة توضح تأثير بَسْط الحمل على السِّكّة.

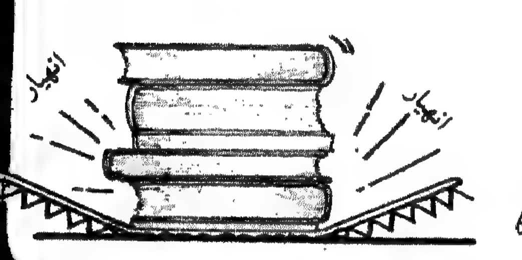


أولاً، إطْوِ قطعة من الورق كطيّ الأكورديون كما هو مبين. تكفي ١٥ ـ ٢٠ طيَّة. إقطع الطيّة الأكورديونية طولياً إلى نصفين، ليمثل كل نصف منهما قاعدة السكة التي ترتكز عليها القضبان. تحتاج بعد ذلك إلى أربع قَشّات مَصّ لتمثل القضبان.

إلصق القَشَّات طولياً بالغراء على الطيّتين الأكورديونيتين. تأكد من أن مجموعتي القَشَّات من نفس المقياس والقطر. أترك التركيبة لتجف. إقطع مستطيلين من الكرتون المتين بالمقاسات المبينة (أسفل). يجب أن يكون المستطيلان بعرض يكفي لارتكازهما على القضبان القش.



ضع المستطيل الصغير عبر القضيبين، ثم ضع بلطف كتاباً بعد آخر عليه، وسجل وزن الكتب الذي يُحدِث الانهيار. ثم انتقل إلى القضيبين الآخرين وضع عليهما المستطيل الكبير. يجب أن يتحمل نفس الوزن السابق بسهولة. إن المستطيل الأطول يشبه قاعدة عجلات القاطرة «بج بوي» من حيث توزيع الحمل على مسافة أطول من السكة. أضف كتباً حتى تنهار هذه السكة أيضاً. قارن بين وزني الإنهيار في الحالتين.

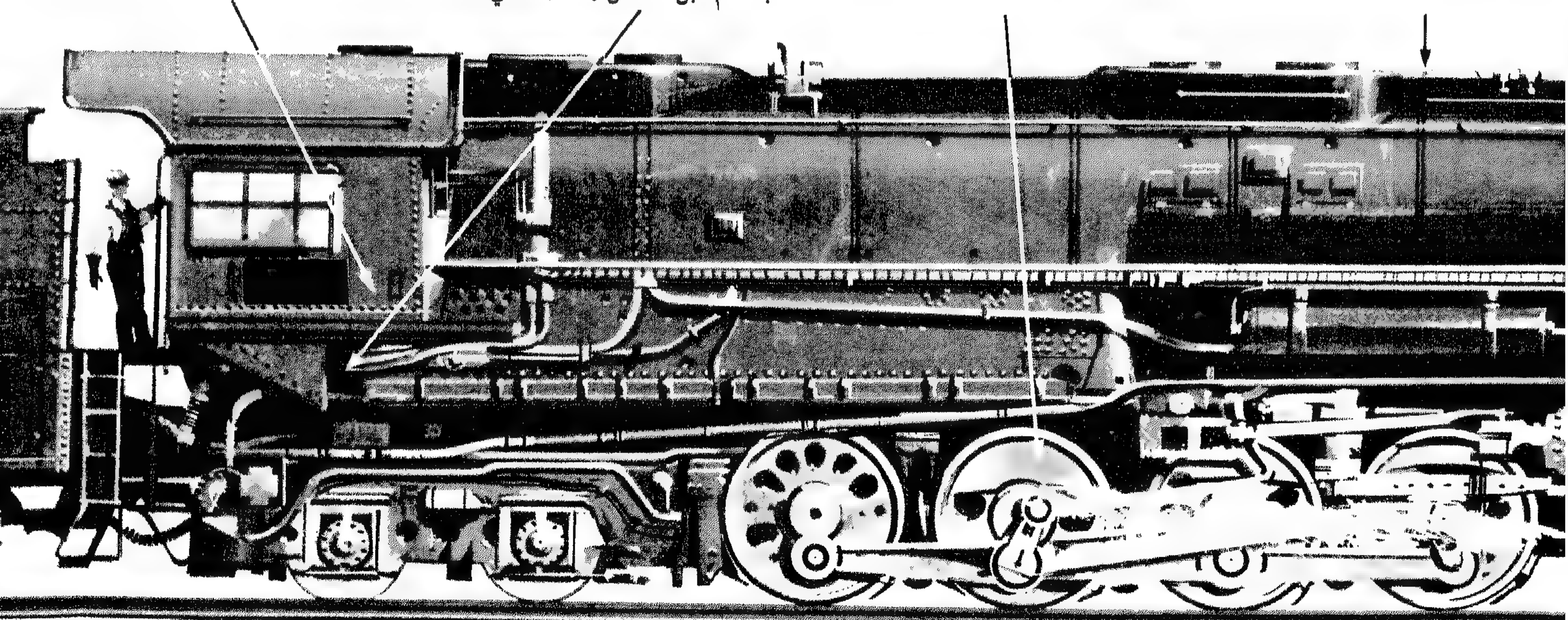


كان طول البِجْ بويز ٣٩,٨٥ م بما في ذلك عربة الماء والفحم، وارتفاعها ٤,٩٤ م، وعرضها ٣,٣٥ م. وكانت القاطرة تزن ٣٤٥ طناً، وعربة الماء والفحم ١٩٧ طناً.

كانت المجموعة الخلفية لعجلات التدوير مثبتة بالهيكل. وكان البخار اللازم لكباسات وأسطوانات كلا المجموعتين يأتي من غلاية واحدة هائلة الحجم.

كانت مساحة مُصَبَّعة صندوق النيران نحو ١٤ متراً مربعاً، وكان يمكنها أن تحرق حتى ٢٢ طناً من الفحم في الساعة. لذلك لم يكن من الممكن استعمال الجواريف اليدوية للتغذية بالفحم، بل استعمل وَقّاد ميكانيكي.

الوقّادات الميكانيكية تكون عادة من نوع لوالب أرشميدس، وهي لوالب حلزونية من المعدن مُبَيَّتة داخل أنبوبة مجوفة. ومع دوران اللولب، فإن الفحم يدفع إلى أعلى.



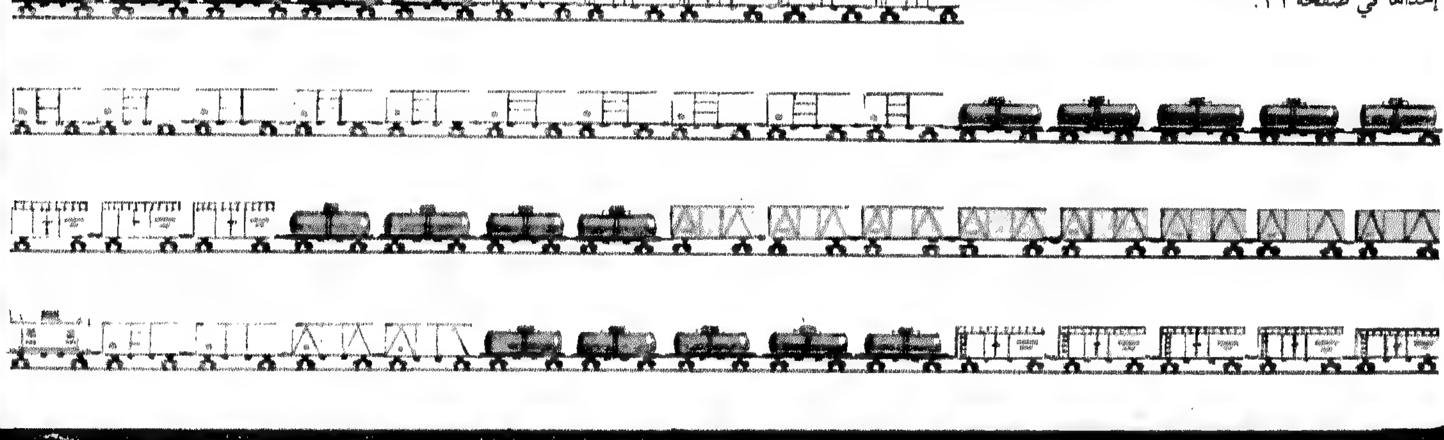
فيما بين عامي ١٩١٣ و١٩٢٣، نقلت السكك الحديدية الأمريكية ١٠٠٠ مليون راكب في المتوسط سنوياً.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

عمالقة على القضبان: ٢

قطارات عملاقة لقاطرات عملاقة

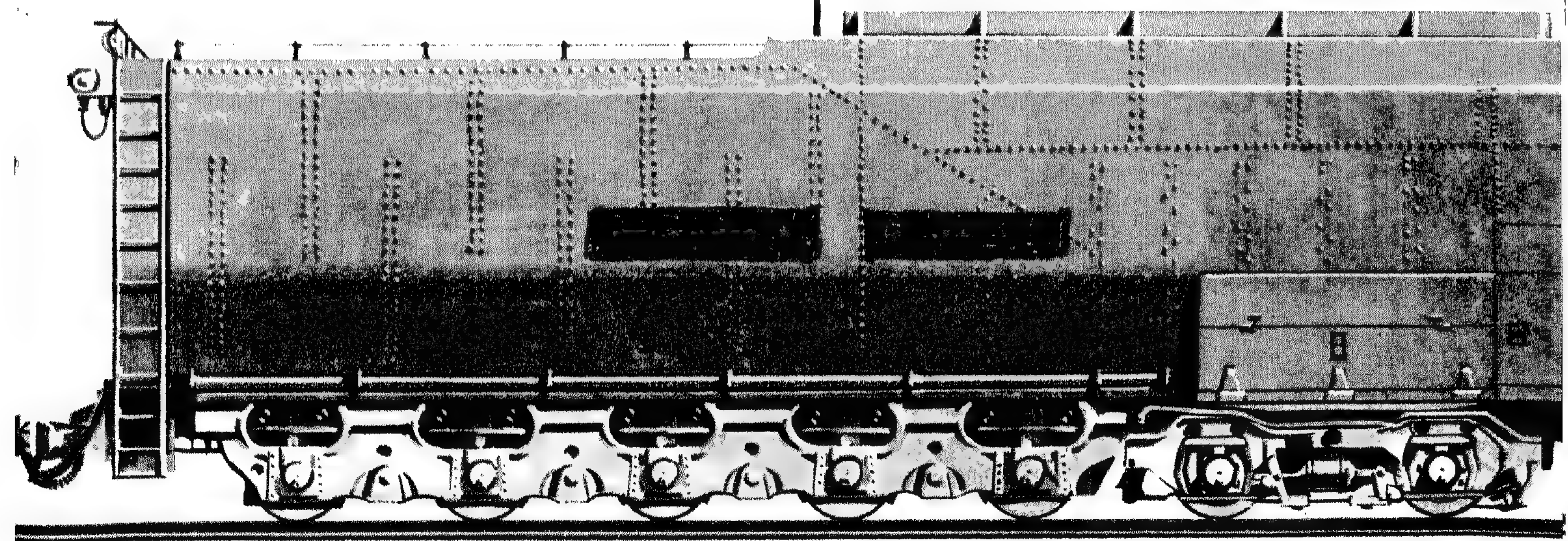
صُممت القاطرات «بج بويز» لجرّ قطارات البضائع السريعة (الإكسبرس) عند سرعات تصل إلى ١٣٠ كم/ساعة. وتبين هذه الصورة قطاراً نمطياً يجر ٧٠ عربة. وكان الطريق العادي لهذه القطارات يعبر جبال «وَاسْاتس» بين ولايتي ويومنج وأوتاه في الولايات المتحدة، حيث بَلَغَ المَيْل ١ في ٦٧. والعمالقة الجدد لطرق البج بوي هي القاطرات «سنتنيال»، التي يظهر إحداها في صفحة ٣١.



حتى عربة الماء والفحم في القاطرات بج بويز كانت مزودة في مقدمتها ببوجي يتحرك حول محور ارتكاز. وكان ذلك لمساعدة العربة الضخمة ذات الأربع عشرة عجلة في التحرك بأمان حول المنحنيات عند السرعات العالية.

احتاجت البج بويز لعربات هائلة للماء والفحم. وعندما كانت هذه القاطرات تسير بأقصى سرعتها فإنها كانت تستعمل مقداراً مذهلاً من الماء - يصل إلى ٥٠ طناً في الساعة، أي أكثر من ٣ لترات في كل ثانية.

في بعض الأحيان كانت البج بويز تَجرُّ أحمالاً أطول وأثقل مما هو مبين في الصورة العليا. وكانت القطارات الثقيلة جداً تحتاج إلى قاطرتين، وخصوصاً عند السير على المَيْل ١ في ٦٧ بجبل شيرمان في ولاية ويومنج.



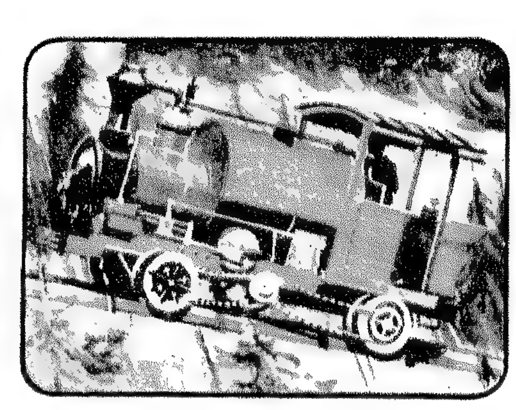
أطول قطار حتى الآن كان قطاراً أمريكياً للبضائع، ويحتوي على ٥٠٠ عربة فحم. وكان طول القطار أكثر من ٥ كم.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

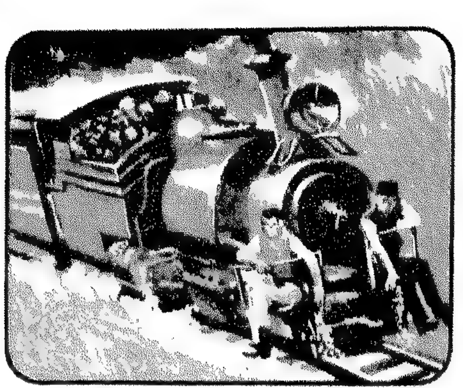
متسلقات الجبال

إن العجلات المعدنية للقطار لا تقبض قبضة قوية على القضبان، مما يجعل تسلق الجبال مشكلة، لأنه حتى عند الميول الضحلة تماماً فإن العجلات تبدأ في الإنزلاق.

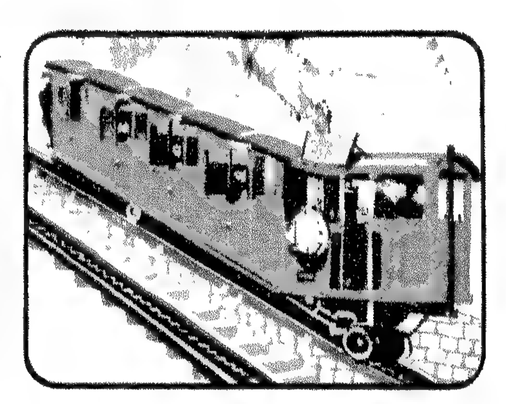
ويوجد نوعان من الحلول لهذه المشكلة. الأول هو تغيير سكة القطار لتجنب أي منحدرات حادة. والحل الثاني هو زيادة القدرة القابضة للقاطرة عن طريق تزويدها بمسننات (تروس)، أو إسقاط الرمل على القضبان، أو باستعمال نظام إدارة يسمى «الترس والجَريدة المسنَّنة».



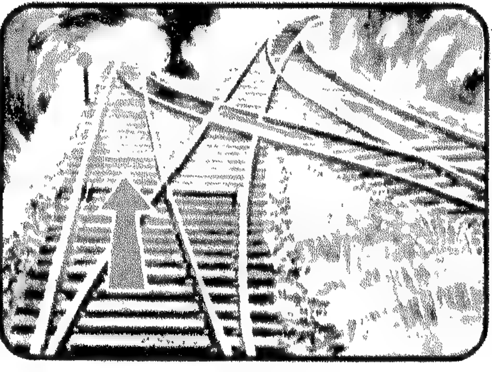
▲ من طرق مساعدة القاطرة على تسلق الجبل تزويدها بتروس. وهذه التروس تجعل القاطرة تدير العجلات ببطء أكثر وبذلك تزيد من قوة القبضة. والقاطرة المبينة (فوق) مزودة بتروس لجرّ أحمال من الخشب على خط حديدي في أمريكا.



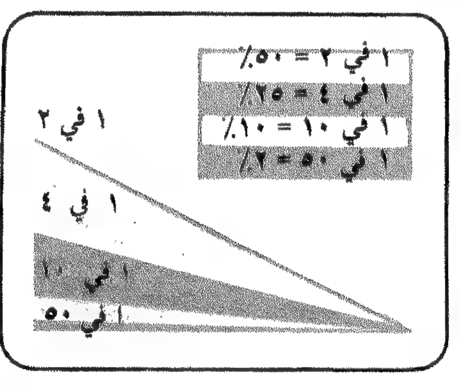
▲ تزود معظم القاطرات بجهاز لإلقاء الرمل على القضبان أمام عجلات التدوير في المنحدرات الحادة. وهذا يوقف انزلاق العجلات. والقطار الهندي المبين (فوق) يحمل رجالاً على مقدمته لرش الرمل على القضبان.



▲ يعتبر خط «بيلاتوس» في سويسرا أكثر السكك الحديدية انحداراً في العالم. وهو يتسلق مَيْلاً ١ في ٢ باستعمال إدارة من ترس وجَريدة مسننة. تدير القاطرة عجلة مسننة (الترس) في قضيب مُسَنَّن (الجريدة) لسحب القطار وتصعيده على الجبل.



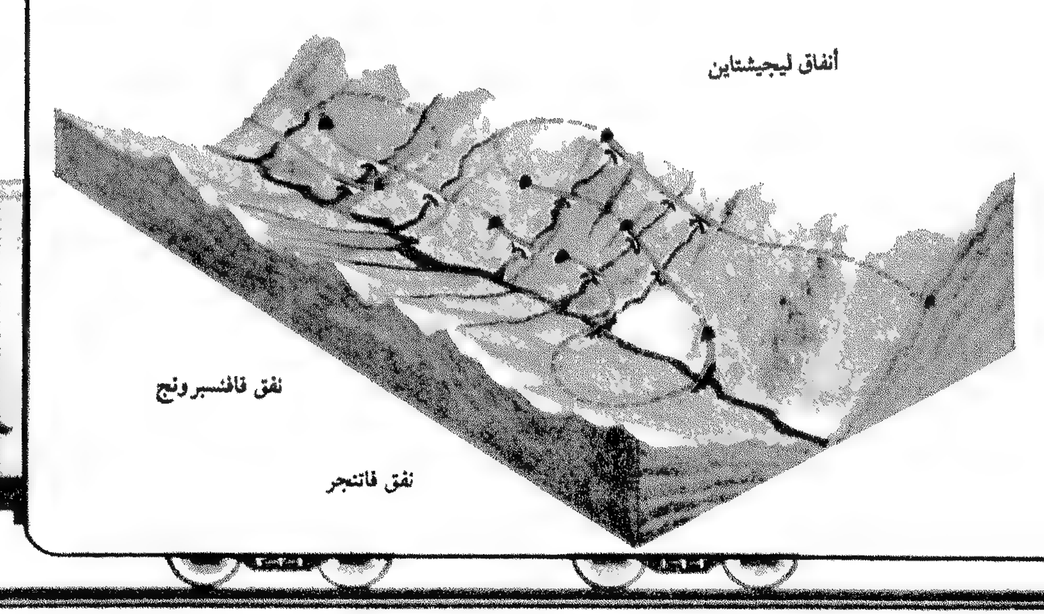
▲ إن أعلى خط حديدي في العالم يوجد في بيرو. وتتسلق القطارات ٤٧٧٥ م في ١٧٢ كم. وبعض أجزاء الخط توجد بميل ١ في ٢٠، وتصعد في بعض الأحيان على خطوط متعرجة كالمبينة (فوق). وتتحرك القطارات ذهاباً وإياباً على التعرج لكي تتسلق القطاعات شديدة الانحدار.



▲ يبين هذا الرسم التخطيطي انحدار الميول المختلفة. إن ١ في ٣٠ يعني أنه بتحرك قطار ما مسافة ٣٠ م فإنه يتسلق ١ م. والميل الأشدّ انحداراً لقطار عادي هو ١ في ١١ ويوجد بالقرب من الحدود السويسرية في فرنسا.

السكك الحديدية الحلزونية

إن السكك المتعرجة هي إحدى الطرق لمساعدة القطارات على صعود الجبال، ولكن القطارات يجب أن تتوقف وتغير اتجاهها من حين إلى حين، مما يضيع كثيراً من الوقت. والأنفاق الملتفة، لتتسلق الجبال بلطف، تحل هذه المشكلة. وتشييدها باهظ التكاليف، ولكن التكلفة لها ما يبررها على الخطوط الرئيسية. ففي جبال الألب السويسرية يشتمل كثير من الخطوط على أنفاق حلزونية. وأعلى هذه الخطوط هو سكة حديد «رايتيان»، الذي يظهر جزء منه في الصورة (يسار)، وهو يصعد إلى ١٨٢٣ م ماراً خلال أنشوطات حلزونية وعدة أنفاق.



إن أطول نفق بخط رئيسي في العالم هو نفق سمبلون ـ ٢، الذي يوصل سويسرا بإيطاليا تحت جبال الألب، ويبلغ طول هذا النفق ١٩,٨٢ كم.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

داخل قاطرات حديثة



لاتزال القاطرات البخارية تستعمل في كثير من أنحاء العالم، ولكنها ليست عالية الكفاءة فإن نحو ٩٪ فقط من الطاقة التي تنتجها الحرارة تستعمل في تدوير العجلات. كما أنها تحتاج إلى قدر كبير من أشغال الصيانة وتستغرق عدة ساعات لتوليد بخار ذي ضغط كافٍ.

ولقد طُوِّرت قطارات ديزل في عشرينيات القرن الحالي، وتكمن ميزتها الأساسية في أنها تكون جاهزة للجرّ بعد ١٥ دقيقة فقط من بدء تشغيل المحرك لتدفئته. كما أنها أعلى تَسَارُعاً من المحركات البخارية.

ولقد استعملت تجريبياً قاطرات مزودة بتوربينات غازية كالمستعملة في الطائرات، ولكن مصدر القدرة الذي يَلْقَى قَبُولاً عاماً للقطارات الحديثة هو الكهرباء.

والكبلات العلوية والقضبان الثالثة لنقل القدرة الكهربائية عالية التكاليف، لذلك تُسَيَّر القطارات الكهربائية أساساً على الخطوط المزدحمة، في حين تستخدم محركات ديزل أو التوربينات الغازية لجرّ القطارات على السكك الأخرى.

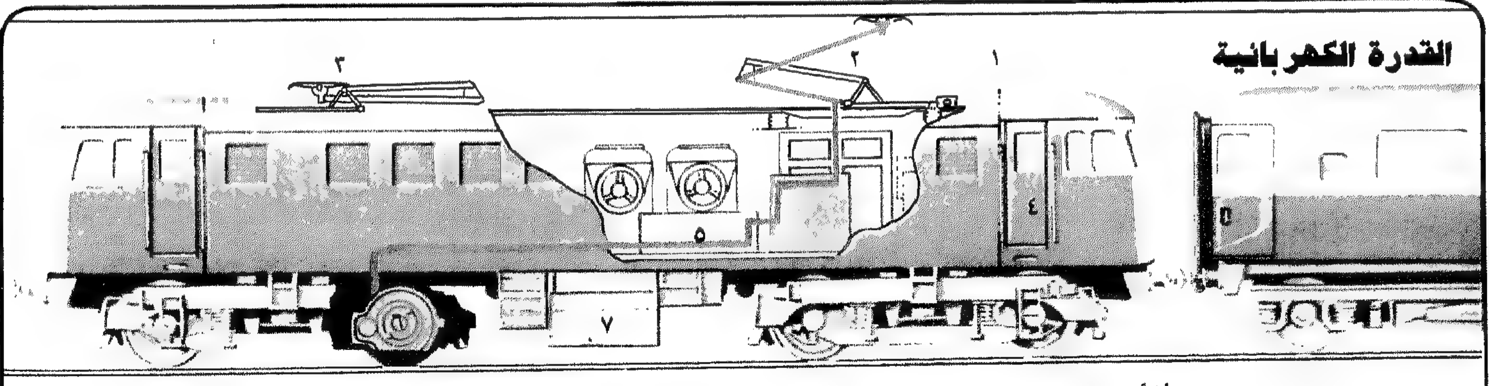
قدرة محركات ديزل

هذا القطار الألماني السريع (الأكسبريس) يسير عَبْر أوروبا وتجرُّه قاطرة ديزل - هيدروليكية. يدور محركها الديزل (١) بسرعة عالية منتظمة - أسرع من أن تستعملها مباشرة عجلات التدوير. وعمود الإدارة متصل بمُحَوِّل إلتوائي (٢)، وهو صندوق تروس هيدروليكي (مملوء بسائل) يَسْتَعْمِل الزيتَ لتدوير مجموعة من الأرياش التوربينية. وهذه الأرياش تحوِّل السرعة العالية لعمود الإدارة إلى سرعات أبطأ ويمكن التحكّم فيها. والمحوِّل الإلتوائي متصل بالعجلات عن طريق صناديق تروس ميكانيكية (٣) و (٤). ويدير محرك ديزل صغير (٥) مُولِّداً يولِّد الكهرباء لتدفئة وإضاءة القطار.

وتزود قاطرات المناورة الصغيرة في بعض الأحيان بمحركات ديزل موصلة، عن طريق صندوق تروس، مباشرة بعمود إدارة يدير العجلات.

وتُجَرُّ غالباً القاطرات السريعة (الإكسبريس) للمسافات الطويلة بواسطة قاطرات ديزل - كهربائية. يدير محرك ديزل مولداً كهربائياً، وهذا يشغل محركات (موتورات) جرّ كهربائية.

القدرة الكهربائية



هذه القاطرة البريطانية من الفئة ٨٥ تُشَغَّل بالكهرباء. وهي تستمد القدرة الكهربائية من كَبْل علوي (١) عن طريق بانتوغراف (٢). والبانتوغراف مضغوط بإحكام على الكبل، ويمكن خفضه وطَيُّه (٣) عند عدم الحاجة إليه. وتيار الموصّلات الرئيسية عالي الفولطية (الجهد) جداً، لذلك يُحوَّل إلى تيار مستمر منخفض الفولطية (مثل تيار البطارية) بواسطة محولات (٤) ومُقوِّم (٥). ويتم ذلك لأن الموتورات الكهربائية منخفضة الفولطية (٦) أسهل صنعاً وأرخص ثمناً من الموتورات عالية/الفولطية. وفي حالة انقطاع تيار الموصلات الرئيسية، فإن القطار يحمل بطاريات (٧) للتدفئة والإضاءة.

سُيِّرت أول سكة حديدية كهربائية للنقل العام بالقرب من برلين، ألمانيا، عام ١٨٨١. وكانت تنقل ٢٦ راكباً بسرعة ٤٨ كم/ساعة.


Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

الأرقام الكودية للعجلات

لا تستعمل قاطرات ديزل والقاطرات الكهربائية نفس الأرقام الكودية المستعملة لعجلات القاطرات البخارية، بل تبين أحرفٌ هجائية عَدَدَ محاور (أكسات) الإدارة على كل بوجي. فالحرف «A» يعني محوراً واحداً، و «B» إثنين، و «C» ثلاثة، و «D» أربعة محاور.

والقاطرة الكهربائية من الفئة ٨٥، المبينة أسفل الصفحة المقابلة، تسمى BoBo. وهي مزودة ببوجِيَّيْن، وكل منهما بمحاور الإدارة الخاصة به. والحرف الصغير «o» يعني أن كل محور مزود بموتوره الخاص به.

قدرة التوربينات الغازية

هذه القاطرة تابعة للسكك الحديدية الكَنَدية، ومحركاتها من نوع التوربينات الغازية التي تشبه المحركات النفاثة ـ المروحية المستعملة في الطائرات. يُشْفَط الهواء من خلال مأخذي هواء (١)، ثم يُضغط ويُخلط مع كيروسين متبخر. وتدير الغازات الساخنة الناتجة أرياش توربين (٢). وفي الطائرة المزودة بمحركات نفاثة ـ مروحية، يدير التوربينُ مروحةً، ولكن في القاطرة يُنقل الفعل الدوَّار للتوربينات إلى صندوق التروس الرئيسي (٣) عن طريق مجموعة تروس تخفيض السرعة، وهذه المجموعة لازمة لأن التوربين ذاته يدور بسرعة ثابتة عالية جداً. ثم ينقل عمود إدارة (٥) القدرة إلى العجلات.

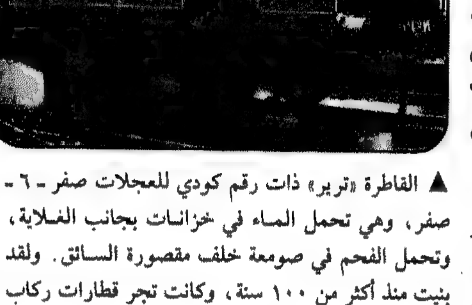
فيما بين عامي ١٩٤٠ و١٩٦٧ ارتفعت نسبة القطارات التي تجرها محركات ديزل في الولايات المتحدة الأمريكية من أقل من ١٪ إلى ٩٩٪.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

رحلة في قاطرة بخارية كلاسيكية

لنتعرف على الكيفية التي يُساق بها قطار بخاري، فقد قضينا يوماً في قاطرة على سكة حديد كِنْت وإيست سَاسِكْس بإنجلترا. ولقد أُغلق هـذا الخط رسمياً في عام ١٩٦١، ولكن جماعة من المتحمسين بذلوا أقصى جهدهم لإحيائه. والواقع أنه يوجد كثير من السكك الحديدية البخارية التي تم إحياؤها على هذا النحو في كثير من أنحاء العالم. ويعمل أشخاص من جميع الأعمار في هذه القطارات لمجرد المتعة ولنقل الركاب في رحلات مسلية. وتُنفق الأموال المحصَّلة على تجديد القاطرات القديمة وعلى تحسين الخط.

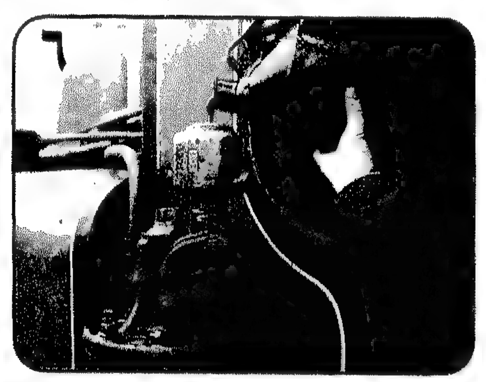
والقاطرة التي ركبناها في رحلتنا اسمها «تِرْيَر» Terrier (وهو اسم نوع من كلاب الصيد النشيطة والذكية)، ولقد أطلق عليها هذا الاسم لأنها تتسارع تسارعاً جيداً يدعو إلى الدهشة بالنسبة لقاطرة في حجمها.



▲ القاطرة «تريِر» ذات رقم كودي للعجلات صفر - ٦ - صفر، وهي تحمل الماء في خزانات بجانب الغلاية، وتحمل الفحم في صومعة خلف مقصورة السائق. ولقد بنيت منذ أكثر من ١٠٠ سنة، وكانت تجر قطارات ركاب بسرعة تصل إلى ٩٥ كم/ساعة. وأجهزة التحكم مبينة في المستطيل ١٠.



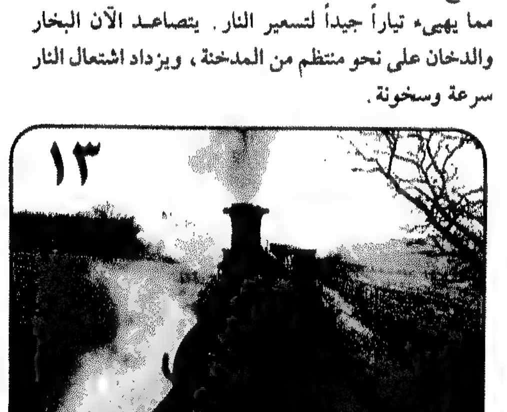
▲ قام الوقّاد، قبل إيقاد النار، بتقليب الجمرات المتبقية في الرماد من الرحلة السابقة، وأزال السِّناج من صندوق الدخان. كما فحص مبينات منسوب الماء للتأكد من وجود ماء كاف في الغلاية.



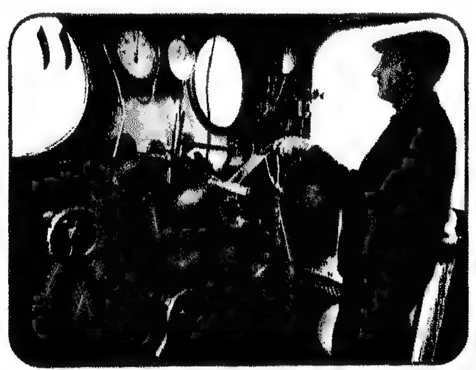
▲ السائق يملأ خزان الزيت للفرملة الهوائية. في لحظة إيقاف القطار بواسطة فرملة اليد، يكون البخار قد شغَّل بالضخ الفرملة الهوائية. وهذه الفرملة تستعمل ضغط الهواء لدفع اللُّقم المعدنية للفرملة ضد العجلات.



▲ يواصل الوقاد طوال الوقت إشعال النار، مُضيفاً الفحم فوق الخشب. وبعد ساعتين يصل ضغط البخار إلى ١,٠٥ كجم/سم المربع - وهو ما يكفي لتشغيل صفارة. وبعد ٢٠ دقيقة أخرى يكون الضغط كافياً لتشغيل النافخة.



▲ ترسل النافخةُ البخارَ مندفعاً إلى المدخنة. ويؤدي اندفاع البخار إلى شفط الهواء على طول أنابيب اللهب، مما يهيىء تياراً جيداً لتسعير النار. يتصاعد الآن البخار والدخان على نحو منتظم من المدخنة، ويزداد اشتعال النار سرعة وسخونة.



▲ لقد حرّك السائق ذراع عكس الحركة، الموجودة تحت يده، إلى أقصى الأمام. وهذا يضبط الصمام المنزلق في وضع يسمح للبخار بالدخول في الأسطوانة، كما يضبطه لتحريك القطار إلى الأمام. والآن يقوم السائق بسحب المنظم للسماح بدخول البخار.

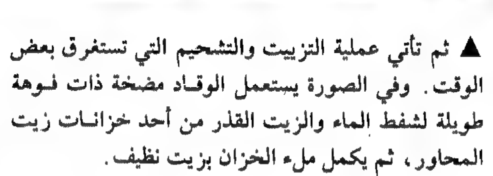


▲ البخار الساخن الداخل في الأسطوانات الباردة يتحول إلى ماء. لذلك يفتح السائق محابس التصريف، ويمكنك أن تشاهد البخار والماء يتفجّران إلى الخارج. وسرعان ما تسخن الأسطوانات فتُغْلَق محابس التصريف. ويدفع البخارُ الكباسات - فيتحرك القطار.

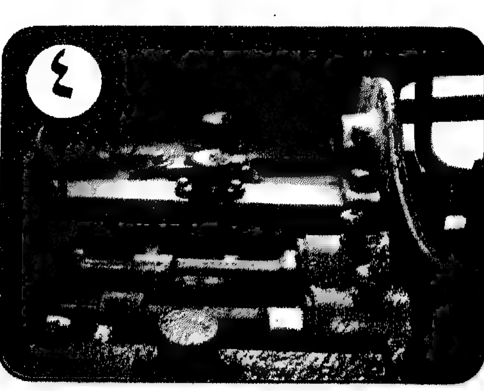
▲ عند فتح السائق للمنظم للسماح بدخول بخار أكثر، تزداد سرعة القطار. فيعمد إلى سحب ذراع عكس الحركة قليلاً إلى الخلف. وهذا يجعل الصمام المنزلق يسمح بدخول نَفَثَاتٍ قصيرة من البخار في الأسطوانات لتجنّب تبديد البخار.

توجد محطة السكة الحديدية الأكثر ازدحاماً في العالم - في موسكو. ويستعمل المحطة ٢,٧٥ مليون راكب يومياً.

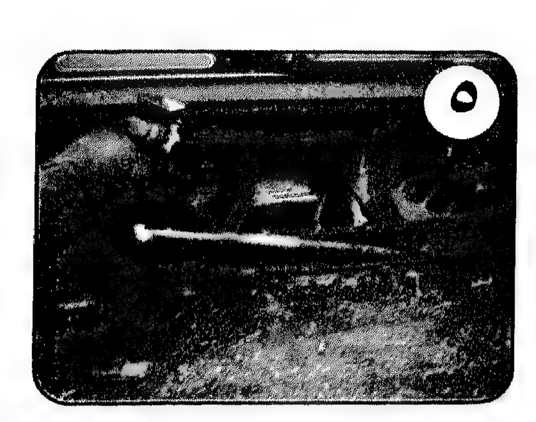




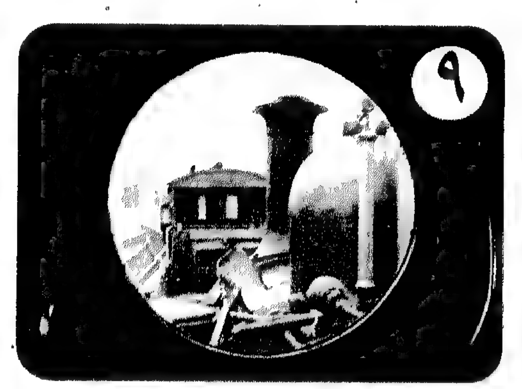
▲ ثم تأتي عملية التزييت والتشحيم التي تستغرق بعض الوقت. وفي الصورة يستعمل الوقاد مضخة ذات فوهة طويلة لشفط الماء والزيت القذر من أحد خزانات زيت المحاور، ثم يكمل ملء الخزان بزيت نظيف.



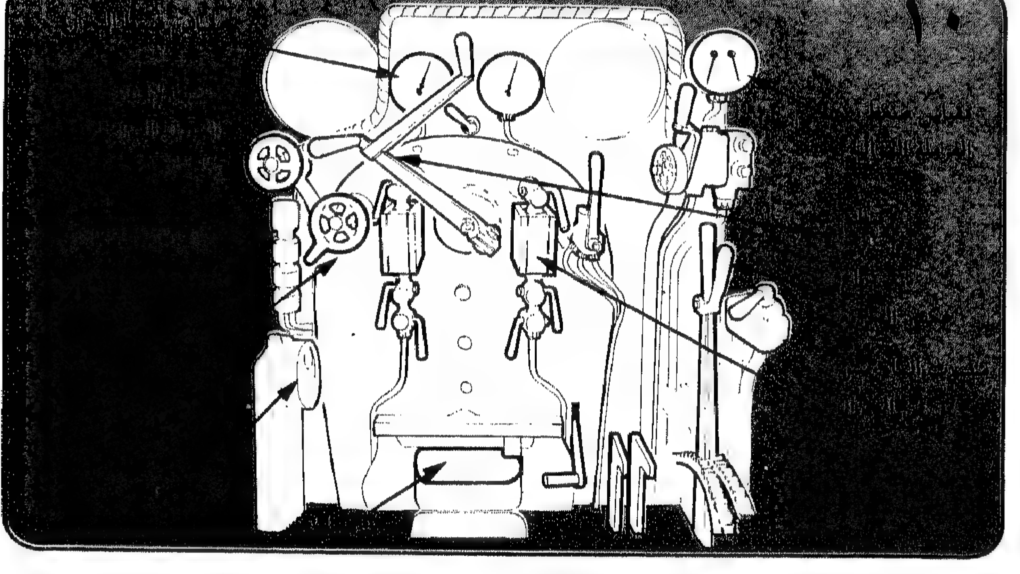
▲ تُزَيَّت الأسطوانتان بواسطة مِزْيتة خاصة. ولكن الرأس المنزلق، حيث يتصل الكباس وأذرع التدوير معاً، يجب تزييته باليد. وهذه شُغلة متعبة، لأن الرأس والأسطوانتين توجد تحت الهيكل، فيما بين العجلات.



▲ لإنهاء تزييت الكباس وأذرع التدوير، يجب على الوقاد تحريكها - بتحريك القاطرة. لذلك فإنه يحشر عتلة بين العجلة والقضيب، ويدفعها إلى أسفل فتدور العجلة، وتتزحزح القاطرة التي وزنها ٢٨ طناً.



▲ سرعان ما يصل الضغط إلى ٦ كجم /سم المربع، وأخيراً تكون القاطرة جاهزة للتحرك. والمنظر، الذي يراه السائق من خلال نافذة المقصورة، محدود، لذلك فإنه يتكىء إلى الخارج للتأكد من وضوح الرؤية.





▲ حتى أثناء انطلاق القطار بسرعة منتظمة، لا يكفّ طاقم القاطرة عن العمل. فمن مهامهم الأساسية فحص مبينات منسوب الماء في المقصورة وتشغيل الحاقنات. وهذه الحاقنات تستعمل البخار لتسخين الماء وحقنه من الخزان في الغلاية.



▲ في أثناء الرحلة ركبنا عربة الفرملة، وهي من النوع المستعمل في قطارات البضائع. وإذا انفصلت العربات لأي سبب، فمن الممكن إيقاف مؤخرة القطار بواسطة الفرملة اليدوية الموجودة في عربة الفرملة. وتوجد في عربات الركاب فرامل أوتوماتيكية تعمل بالتفريغ.



▲ في نهاية اليوم يستكمل ملء خزان الماء والغلاية. ويقوم السائق بغلق المنظم، وضبط ذراع عكس الحركة على وضع التعادل، وربط فرملة اليد، وفتح محابس التصريف. وأخيراً يتم تزييت جميع الأجزاء المتحركة.

أكبر محطة سكة حديد في العالم هي «جراند سنترال تيرمينال» في نيويورك، وتحتوي على ٤٤ رصيفاً.

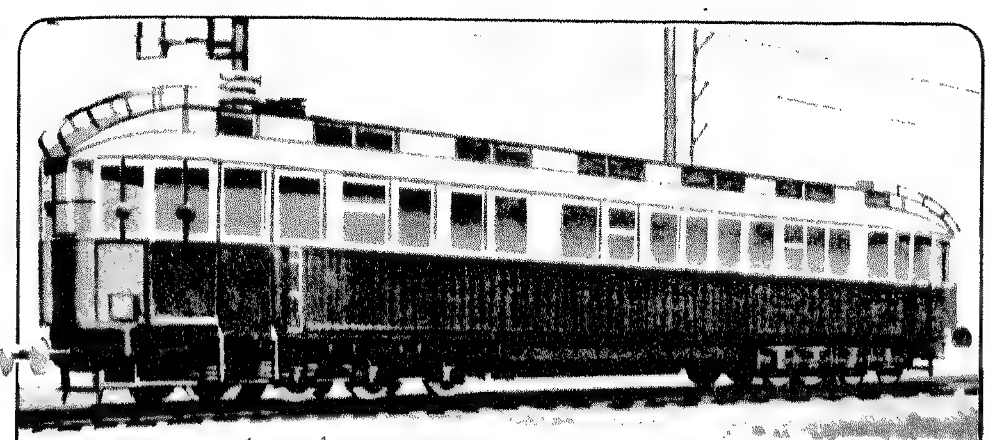
Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

قطارات فائقة السرعة

يرجع أول نجاح للسكك الحديدية إلى مقدرتها على نقل الناس والبضائع مسافات طويلة أسرع من أية طريقة أخرى. والقطارات المبينة على هاتين الصفحتين هي مجموعة مختارة من القطارات الشهيرة التي حققت أرقاماً قياسية منذ عام ١٨٩٣.

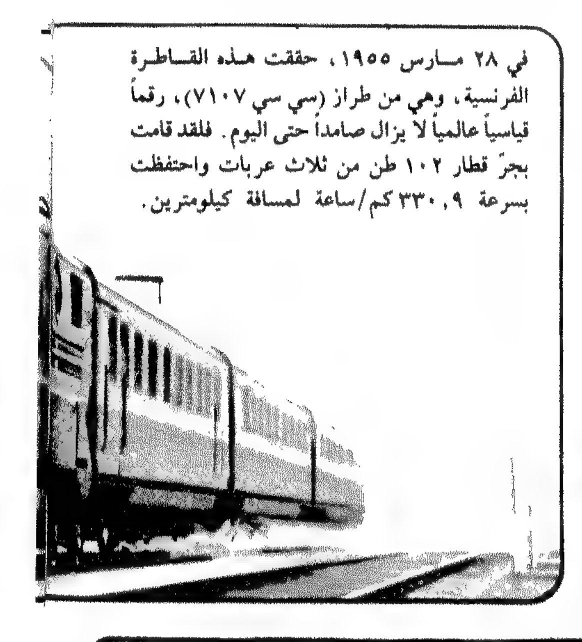
وعلى القطارات في الوقت الحالي أن تتنافس مع الطائرات لأنها أسرع منها على المسافات الطويلة، ومع السيارات لأنها أكثر راحة للرحلات القصيرة.

ومع ذلك، فللمسافات ١٠٠ - ٣٠٠ كم، لايزال في إمكان القطارات عالية السرعة، مثل «هيكاري إكسبريس»، أن تتنافس تنافساً فعالاً مع كلٍّ من الطائرات والسيارات.



▲ في عام ١٩٠٣ حققت هذه القاطرة الألمانية «سيمنس وهالسكة» سرعة ٢١٠ كم/ساعة. ولم يُضرَب هذا الرقم القياسي حتى عام ١٩٣١. وكان البانتوغراف المركَّب جانبياً يجمع الكهرباء من شبكة علوية ذات ثلاثة كبلات.

في ٩ مايو ١٨٩٣، بولاية نيويورك في الولايات المتحدة، جَرَّت القاطرة «الإمباير ستات أكسبريس رقم ٩٩٩» أول قطار ينطلق بسرعة تجاوزت ١٠٠ ميل في الساعة (١٦٢ كم/ساعة). ويقول كثيرون الآن أن القاطرة ٩٩٩ لم يكن في استطاعتها أن تصل إلى السرعة المزعومة، وهي ١٨١ كم/ساعة.



في ٢٨ مارس ١٩٥٥، حققت هذه القاطرة الفرنسية، وهي من طراز (سي سي ٧١٠٧)، رقماً قياسياً عالمياً لا يزال صامداً حتى اليوم. فلقد قامت بجرّ قطار ١٠٢ طن من ثلاث عربات واحتفظت بسرعة ٣٣٠,٩ كم/ساعة لمسافة كيلومترين.

الأصوات المتغيرة على السكك الحديدية

في المرة القادمة عندما تذهب لمشاهدة القطارات، استمع جيداً لصوت أول قطار سريع مقترب. ستسمع صوت القطار وقد أصبح فجأة أكثر عمقاً عند مروره أمامك. هذا التغير في الصوت يسمى «ظاهرة دوبلر»، على اسم الفيزيائي النمسوي الذي فسرها في عام ١٨٤٢. فالموجات الصوتية المنضغطة معاً تفسرها أدمغتنا بأنها نغمات عالية، وتفسر الموجات الصوتية المتباعدة بعضها عن بعض بأنها نغمات منخفضة. ونبين إلى اليسار كيف تتكون الأصوات المختلفة.

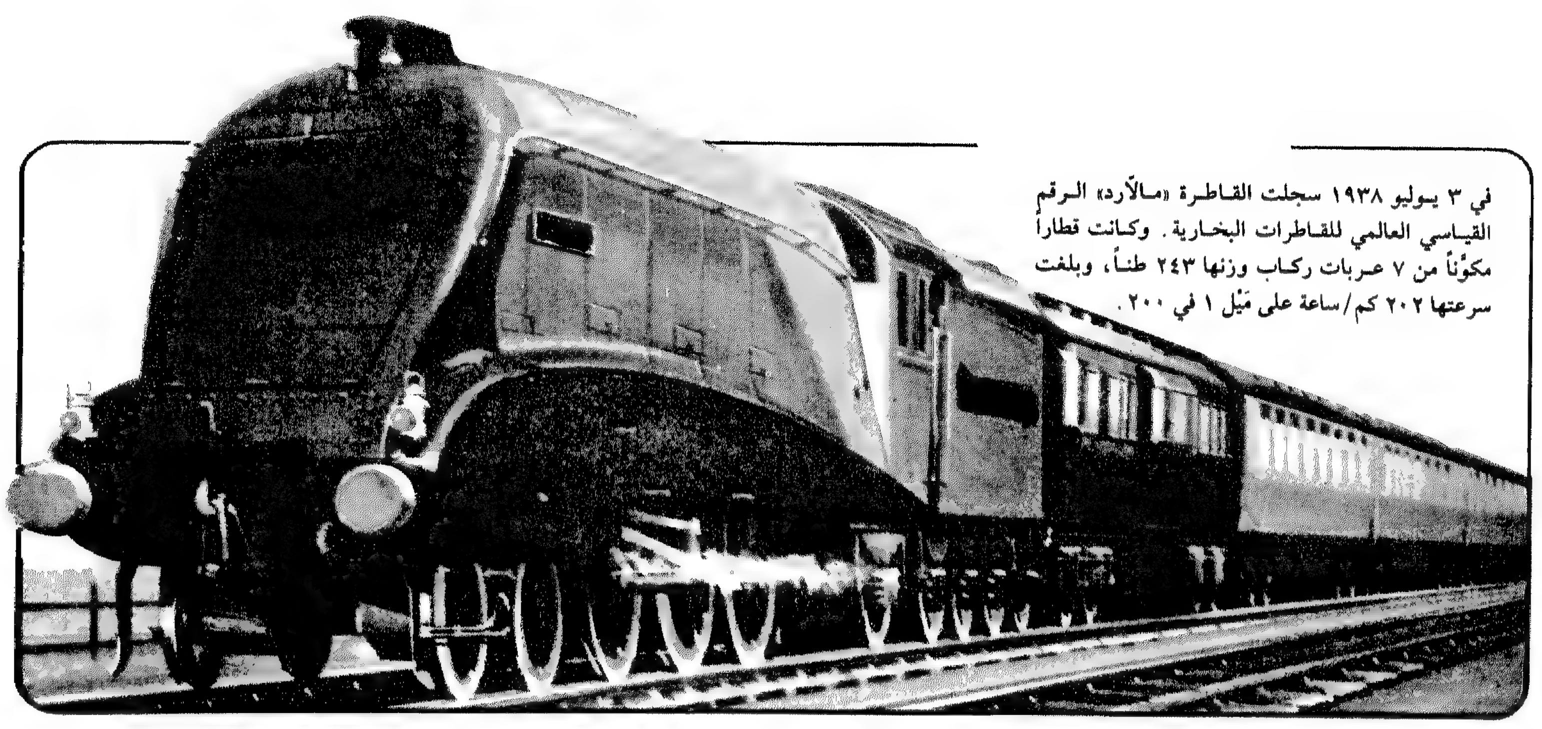
موجات متباعدة = أصواتاً منخفضة

موجات متضاغطة = أصواتاً عالية.

▲ تبين هذه الصورة قاطرة تنتظر عند إشارة. تتحرك الموجات الصوتية، الصادرة من محرك ديزل بها، إلى الخارج في دوائر (مثل الدوائر التي تتكون عند إلقاء حجر في الماء). وتكون النتيجة هديراً منتظماً.

▲ عند تحرك القاطرة بسرعة فإنها تلحق بموجاتها الصوتية، والموجات الصوتية المتضاغطة في الأمام تُحدث صوتاً عالي النغمة. وفي الخلف تكون الموجات الصوتية متباعدة، فتحدث صوتاً منخفض النغمة.

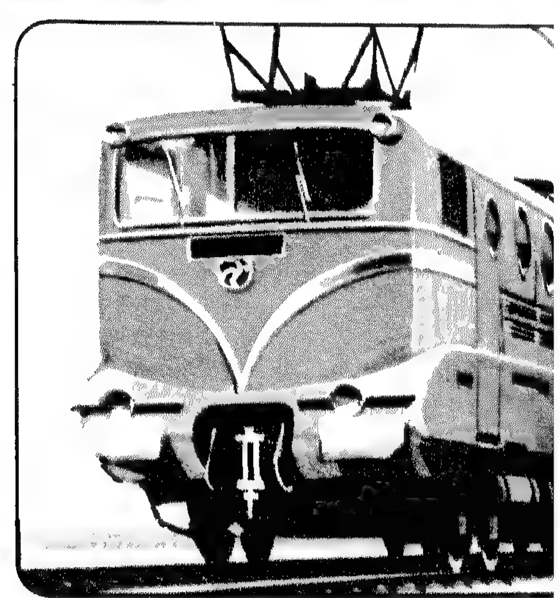
محطة التحويل «كلابهام» في لندن هي محطة التحويل الأكثر ازدحاماً في العالم، حيث يمر بها ما يزيد على ٢٠٧٠ قطاراً يومياً - أي بمعدل قطارين تقريباً في الدقيقة.



في ٣ يـوليو ١٩٣٨ سجلت القـاطـرة «مـالأرد» الـرقم القيـاسي العالمي للقـاطرات البخـارية. وكـانت قطاراً مكوَّناً من ٧ عـربات ركـاب وزنها ٢٤٣ طنـاً، وبلغت سرعتها ٢٠٢ كم/ساعة على مَيْل ١ في ٢٠٠.



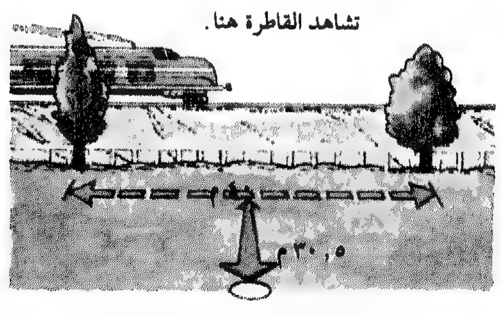
تُقـدِّم القـطارات السـريعـة «هيكـاري» أسـرع خدمات للركـاب، بين طوكيـو ويوكـوهامـا في اليابان. وتبلغ السرعة المتوسطة للقطارات ١٨٠ كم/ساعة، وتصل سرعتهـا القصوى إلى ٢٥٦ كم/ساعة. ويمكن لكل قطار مكوَّن من ١٦ عربة أن ينقل نحو ١٠٠٠ راكب.



حساب الوقت لمعرفة سرعات القطارات

هذه طريقة سريعة وبسيطة لمعرفة سرعة تحرك القطار. يلزمك أن تجد نقطتين ـ شجرتين أو قائمين مثلاً ـ تبعدان نحو ٥ م من خط سكة حديدية. يجب أن يكونا متباعدين بمسافة ٤٠ م بعضهما من بعض. قف خلفهما، على بعد ٣٠ م تقريباً منهما، وانتظر مرور أول قطار.

عـدّ الثـواني التي تستغـرقهـا القـاطـرة لتمـر وراء النقطتين. عد على النحـو التالي: ألف وواحـد، ألف وإثنين، ألف وثلاثة، وهكذا، بصوت عـالٍ. يستغرق نطق كل رقم ثانية واحدة. بعد أن تنتهي من العد، أنظر إلى الخريطة (على اليسار) لتعرف منها سـرعة تحـرك القطار عندما مَرّ أمامك.

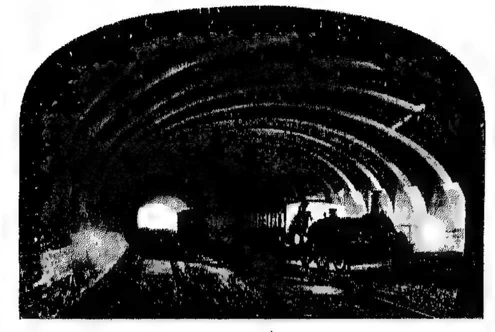


الزمن الذي تستغرقه القاطرة للتحرك ٥٠ م (بالثواني)	سرعة القطار (كم/ساعة)
١٠	١٨
٩	٢٠,٢٥
٨	٢٢,٥
٧	٢٦
٦	٣٤
٥	٣٦
٤	٤٥
٣	٦٨
٢	٩٠
١	١٨٠

يبلغ إجمالي طول السكك الحديدية اليابانية ٢٠٪ فقط من طول سكك حديد الولايات المتحدة، ولكنها تنقل ركاباً أكثر منها ١٤ مرة.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

تحت الأرض وفوق الأرض

كانت أول سكة حديدية تحت الأرض هي خط «متروبوليتان» في لندن، الذي افتتح عام ١٨٦٣. وتبين الصورة (فوق) قطاراً يسير على السكة العريضة المبكرة لهذا الخط. وكانت القطارات تلقى إقبالاً كبيراً لأنها تتحرك بسرعة، ولأن كثيراً من الناس كانوا يظنون أن الدخان الذي يملأ الأنفاق مفيد لصحتهم! وتمت كَهْرَبة الخط في عام ١٩٠٥، أما في الوقت الحاضر فإن جميع شبكات النقل السريع مُكَهْرَبَة (تُشَغَّل كهربائياً).

وفي المدن الحديثة، أصبحت الخطوط السريعة من الطُّرُق القليلة للإسراع بحركة النقل، مع تجنب الشوارع المكتظة.

ويمكن لشبكة نقل أوتوماتيكية حديثة أن تنقل ٥٠٠٠٠ راكب في الساعة - أي ما يعادل حركة النقل في ١١ شارعاً رئيسياً.

ومجموعة الصور المبينة هنا (يسار) هي مثال نمطي لقطار ضواحي حديث يتم التحكم فيه بالحاسبات الإلكترونية.

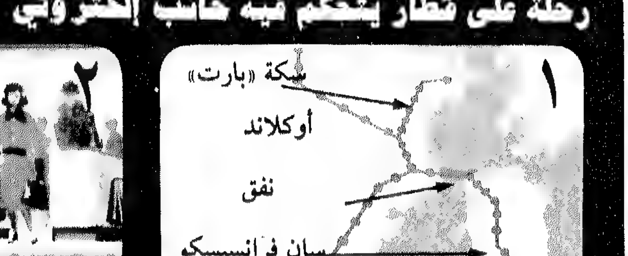
ونبين هنا شبكة نقل أمريكية حديثة يتحكم فيها حاسب إلكتروني، وهي شبكة «بارت» BART. وهذه الكلمة هي الحروف الأولى لعبارة: Bay Area Rapid Transit system وتعني «شبكة النقل السريع لمنطقة الخليج». (خليج سان فرانسيسكو).

رحلة على قطار يتحكم فيه حاسب إلكتروني

١

شبكة «بارت»
أوكلاند
نفق
سان فرانسيسكو

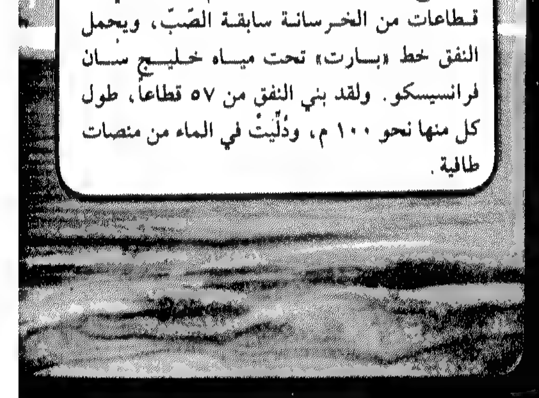
▲ تبين هذه الخريطة شبكة «بارت» BART التي يبلغ طولها ١٢٠ كم، ولقد شيدت في سان فرانسيسكو وأوكلاند على الشاطىء الغربي للولايات المتحدة. ويمتد الخط فوق الأرض وتحتها في أثناء مروره بالمدن والضواحي.



▲ عربات «بارت» مصنوعة من سبيكة ألومنيوم خفيفة الوزن، والخط بأكمله يُشغَّل أوتوماتيا، رغم أن تكنولوجيا الحاسبات المتقدمة كان لها مشاكلها. فالعربات المكتظة بالركاب حُوّلت إلى تفريغات جانبية، ورفضت الأبواب أن تنفتح أو (تنغلق)، وتوقفت القطارات لأسباب مجهولة.



▲ يوجد ٤٠ كم من السكة فوق الأرض، وهذا القطاع يقع إلى جوار طريق. ومقياس سكة «بارت» العريض (١,٦٧٦ م)، والشكل الإنسيابي للعربات، يسمحان للقطارات بالانطلاق على سرعات تصل إلى ١٣٠ كم/ساعة.



٥

◄ يبلغ طول هذا النفق ٥,٨ كم، وهو مبني من قطاعات من الخرسانة سابقة الصَّبّ، ويحمل النفق خط «بارت» تحت مياه خليج سان فرانسيسكو. ولقد بني النفق من ٥٧ قطاعاً، طول كل منها نحو ١٠٠ م، ودُلّيت في الماء من منصات طافية.

الركوب الهوائي على قضيب مفرد



▲ تبين الصورة (فوق) قطاراً فرنسياً تجريبياً يسير على قضيب مفرد.

فوق الخط، في حين دفعته قُدُماً بسرعات عالية محركاتٌ من نوع التوربينات الغازية. وفي عام ١٩٧١ أجري اختبار لهذا النموذج، المصمم لنقل ٨٠ راكباً، على سكة بالقرب. بلغت سرعته ٤٢٧ كم/ساعة. ومع ذلك، لم يثبت نجاح الفكرة، وأُلغي مشروع القطار الهوائي بالنسبة لضوضائه واستهلاكه العالي جداً للوقود.

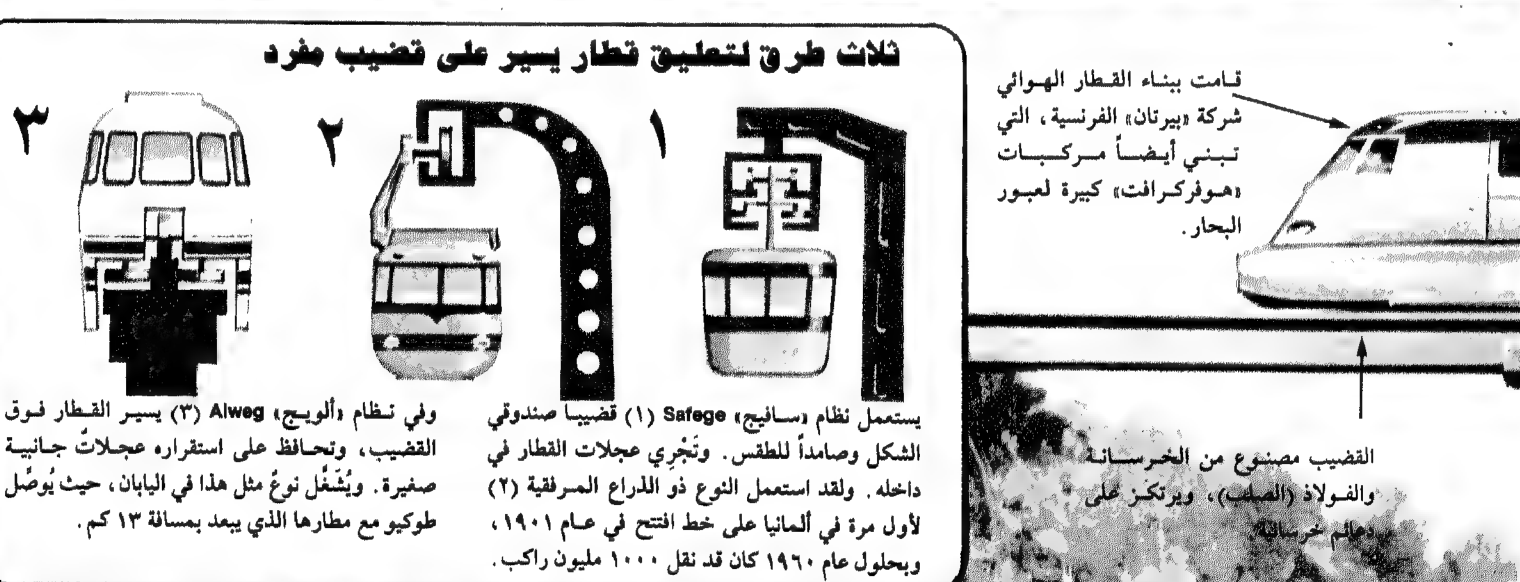
وللقضبان المفردة أرخص تكاليفَ من خطوط تحت الأرض، ولكنها قبيحة الشكل، وكثير منها عالي الضجيج.

State Street Centre Subway بمدينة شيكاغو، ويبلغ طوله ١٦٩٦ م.

منتصف الطريق. ومع ذلك، فعندما يجري كل شيء بسلاسة، تبدأ رحلة «بارت» بوضع الركاب للنقود في بوابات أوتوماتية لتجميع الأجرة، وذلك قبل أن يستقلوا العربات ذات الـ ٧٢ مقعداً.

▲ هذه هي الكيفية التي تتحكم بها الحاسبات في «بارت»: يُصدر الحاسب المركزي (أ) تعليمات عن طريق مركز التحكم والمُرْسِل (ب). تنقل الإشارات على طول أسلاك في السكة (جـ). يحمل كل قطار أجهزة استشعار إلكترونية (د) لاستقبال الإشارات. صندوق التحكم (هـ) مسئول عن القطار، فعليه أن يتأكد من أنه يتحرك على السرعة الصحيحة، وأنه يتوقف ويبدأ في المحطات. وإذا وقع أي خطأ، فيمكن للسائق (و) أو المراقب (ز) أن يباشر تشغيل القطار.

▲ محطة «باول ستريت» في سان فرانسيسكو مبنية على ثلاثة مستويات. فالباحة تقع تحت مستوى الشارع مباشرة، ويليها رصيف الخط المحلي، ويوجد خط «بارت» في القاع.



ثلاث طرق لتعليق قطار يسير على قضيب مفرد

يستعمل نظام «سافيج» Safege (١) قضيباً صندوقي الشكل وصامداً للطقس. وتَجْرِي عجلات القطار في داخله. ولقد استعمل النوع ذو الذراع المرفقية (٢) لأول مرة في ألمانيا على خط افتتح في عام ١٩٠١، وبحلول عام ١٩٦٠ كان قد نقل ١٠٠٠ مليون راكب.

وفي نظام «ألويج» Alweg (٣) يسير القطار فوق القضيب، وتحافظ على استقراره عجلاتٌ جانبية صغيرة. ويُشَغَّل نوعٌ مثل هذا في اليابان، حيث يُوصِّل طوكيو مع مطارها الذي يبعد بمسافة ١٣ كم.

قامت ببناء القطار الهوائي شركة «بيرتان» الفرنسية، التي تبني أيضاً مركبات «هوفركرافت» كبيرة لعبور البحار.

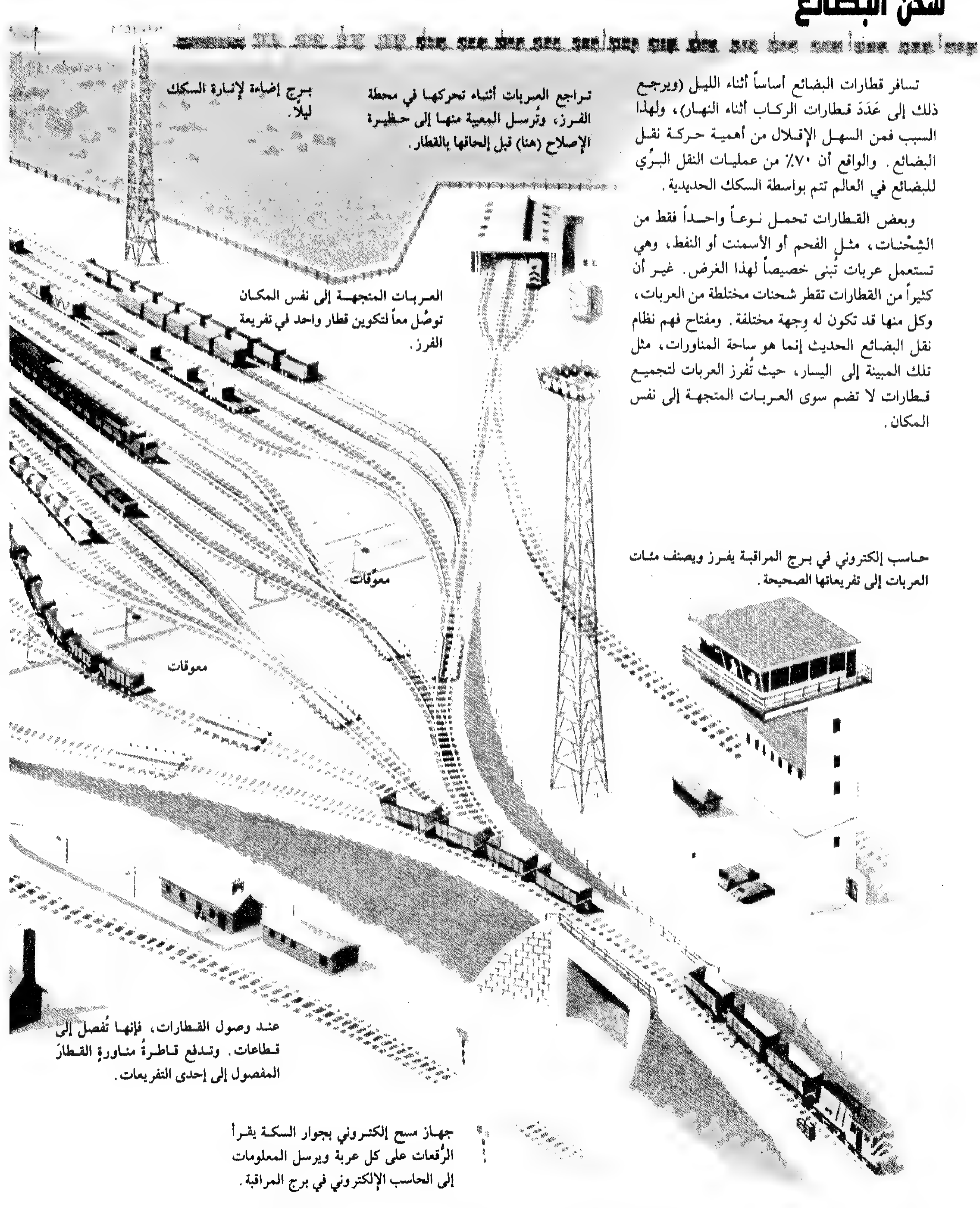
القضيب مصنوع من الخرسانة والفولاذ (الصلب)، ويرتكز على دعائم خرسانية.

شبكة النقل العام الأكثر ازدحاماً في العالم توجد في مدينة ...

شحن البضائع

تسافر قطارات البضائع أساساً أثناء الليل (ويرجع ذلك إلى عَدَدَ قطارات الركاب أثناء النهار)، ولهذا السبب فمن السهل الإقلال من أهمية حركة نقل البضائع. والواقع أن ٧٠٪ من عمليات النقل البرّي للبضائع في العالم تتم بواسطة السكك الحديدية.

وبعض القطارات تحمل نوعاً واحداً فقط من الشحْنات، مثل الفحم أو الأسمنت أو النفط، وهي تستعمل عربات تُبنى خصيصاً لهذا الغرض. غير أن كثيراً من القطارات تقطر شحنات مختلطة من العربات، وكل منها قد تكون له وجهة مختلفة. ومفتاح فهم نظام نقل البضائع الحديث إنما هو ساحة المناورات، مثل تلك المبينة إلى اليسار، حيث تُفرز العربات لتجميع قطارات لا تضم سوى العربات المتجهة إلى نفس المكان.



يمكن لحاسب إلكتروني في نيويورك أن يحدد مكان أية عربة من ١٢٥٠٠٠ عربة بضائع موجودة على سكك حديدية، طولها الإجمالي ١٦٠٠٠ كم، في ٠,١ من الثانية.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

قطار يغادر محطة الفرز متجهاً إلى الخط الرئيسي.

أثناء دُرُوج العربات من محطة الفرز، فإن الحاسب الألكتروني في برج المراقبة يقوم بتشغيل مجموعة نقط ومعوقات (أنظر أسفل). وتَدْرُجُ كل عربة بلطف إلى التفريعة الصحيحة.

نقل البضائع في حاويات

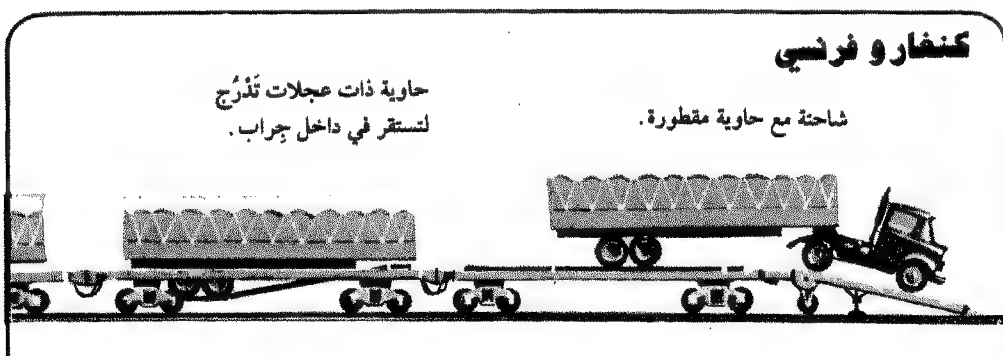
الحاويات صناديق شحن ضخمة جداً (١). وهي تصنع بأحجام قياسية لتتوافق في شاحنات (لواري) الحاويات (٢)، وفي عربات السكك الحديدية (٣)، وفي كبّاشات أوناش الحاويات (٤). وترسل البضائع المعبأة في حاويات إلى محطة تفريغ وشحن تلتقي عندها الطرق البرية مع السكك الحديدية. وبعد أن ترفع الحاويات بواسطة ونش من الشاحنة إلى عربة السكك الحديدية، تقوم قاطرة مناورة (٥) بسحب العربة لتلحق بقطار حاويات منتظِر.

إبطاء عربات السكك الحديدية



تتحرك المعوقات صعوداً وهبوطاً أثناء دُرُوج العجلات عليها. فإذا كانت العجلات تتحرك أسرع من اللازم، فإن كبّاساً في داخل المعوّق يوقفها بالضغط عليها بسرعة، فتبطىء مقاومةُ المعوّق من سرعة العربة.

كنغارو فرنسي



شاحنة مع حاوية مقطورة.

حاوية ذات عجلات تَدْرُج لتستقر في داخل جِراب.

تبين هذه الصورة نظاماً فرنسياً لشحن وتفريغ الحاويات. في هذا النظام تشحن الحاويات على عربة السكة الحديدية بواسطة شاحنة. وللعربة «جراب» يشبه جراب حيوان «الكنغارو»، ويهبط إلى أسفل ليسمح للحاوية بالإستكنان، مع عجلاتها المتصلة بها، تحت مستوى سطح العربة ـ كما يمكنك أن ترى في الصورة. وفي محطة الوصول، تقوم شاحنة أخرى بجر الحاوية من فوق سطح العربة.

استعملت حاويات البضائع لأول مرة في عام ١٨٤٩ على سكة حديد كامدن وأمبوى في الولايات المتحدة الأمريكية.

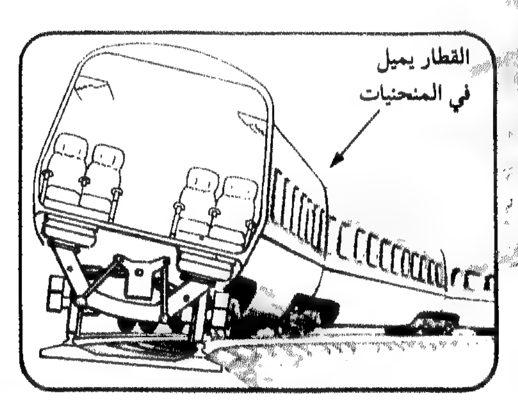
خلال الثمانينيات

إنه من الأرخص بكثير تطوير قطارات يمكن أن تنطلق بسرعات عالية على سكك حديدية موجودة فعلاً، من أن تُبنى سكة مستقيمة ونظام إشارات جديد، كما حدث في قطارات «هيكاري» اليابانية السريعة (الإكسبريس).

والقطار المبين على هذه الصفحة هو قطار بريطاني متطور يسمى اختصاراً «أي. بي. تي» APT، وهو الحروف الأولى لعبارة Advanced Passenger Train (وتعني قطار الركاب المتقدم). والقطار مصمم ليجري بسرعة ٢٤٥ كم/ساعة، وهو يلتقط القدرة الكهربائية عن طريق بانتوجراف من كبلات علوية.

أما عربات الرفع المغنطيسي، مثل المبينة إلى اليسار، فإنها تسير بسرعة عالية، ولكنها تحتاج إلى بناء سكة خاصة.

جسم خفيف الوزن من الألومنيوم.

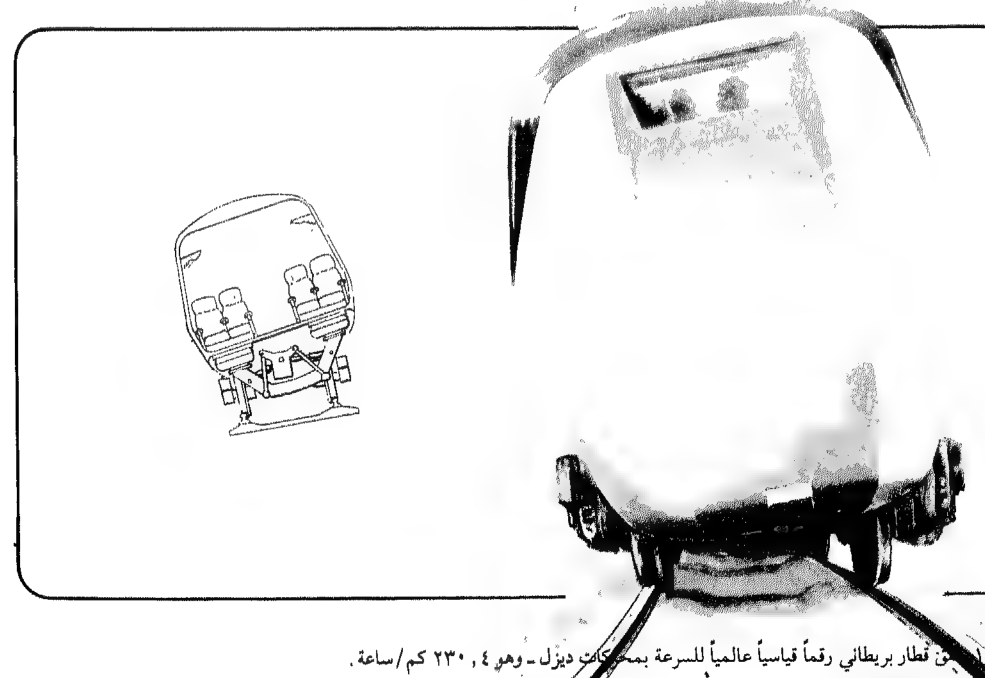


▲ يتصل بنظام التعليق في القطار APT جهاز يعمل على إمالة العربات في المنحنيات. وهذا الجهاز لا يساعد القطار على زيادة سرعته، ولكنه يمنع الحركات الجانبية غير المريحة للركاب عند الدوران في المنحنيات.

صُمِّم قطاع المقدمة للقطار APT نتيجة لاختبارات دقيقة أجريت في أنفاق هوائية لأشكال مختلفة.

صممت وحدات التعليق وبوجي العجلات بحيث تسمح للقطار APT بالالتفاف في المنحنيات بأمان تام عند السرعات العالية. وتكمن ميزة القطار الرئيسية في تسارعه العالي ودورانه السلس في الأركان.

كابينة في حجم الكونكورد، ومقاعد عددها كمقاعد الجامبو

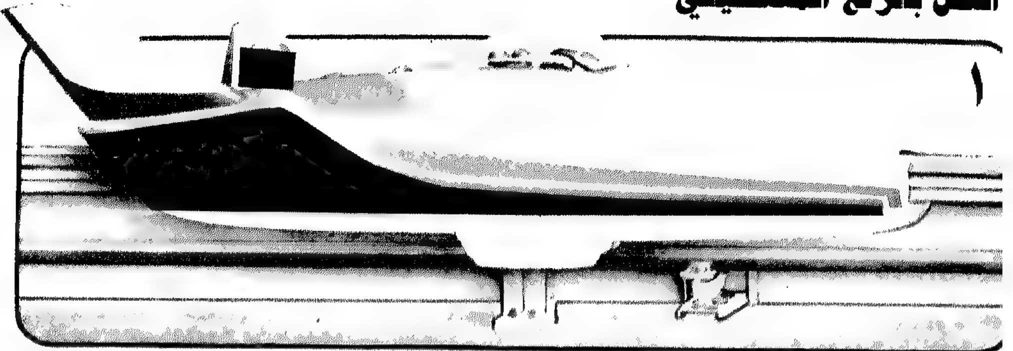


كل عربة ركاب من عربات القطار APT مكيفة الهواء، وحجمها يكاد يماثل حجم كابينة الطائرة «كونكورد»، ولكن القطار يمكنه أن يستوعب ٥٩٢ شخصاً - أي نفس العدد تقريباً الذي تستوعبه طائرة الجامبو النفاثة. ويمكن للقطار APT أن يقطع مسافة ٦٤٥ كيلومتراً في ٤ ساعة مستعملاً نفس القدر من الطاقة الذي يستعمله قطار عادي يقطع نفس المسافة في ٥ ساعات. ولقد أمكن زيادة سرعة القطار APT نتيجة لاستعمال وحدات تعليق جديدة، ولانسيابيته الدينامية الهوائية (الأيروديناميكية)، ولاستعمال مواد خفيفة الوزن.

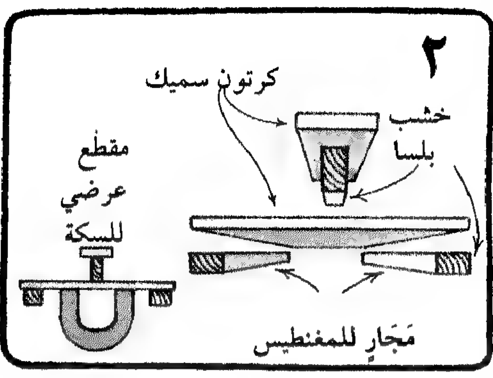
في ١٢ يونيو ١٩٧٣ [...] قطار بريطاني رقماً قياسياً عالمياً للسرعة بمحركات ديزل - وهو ٢٣٠,٤ كم/ساعة.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

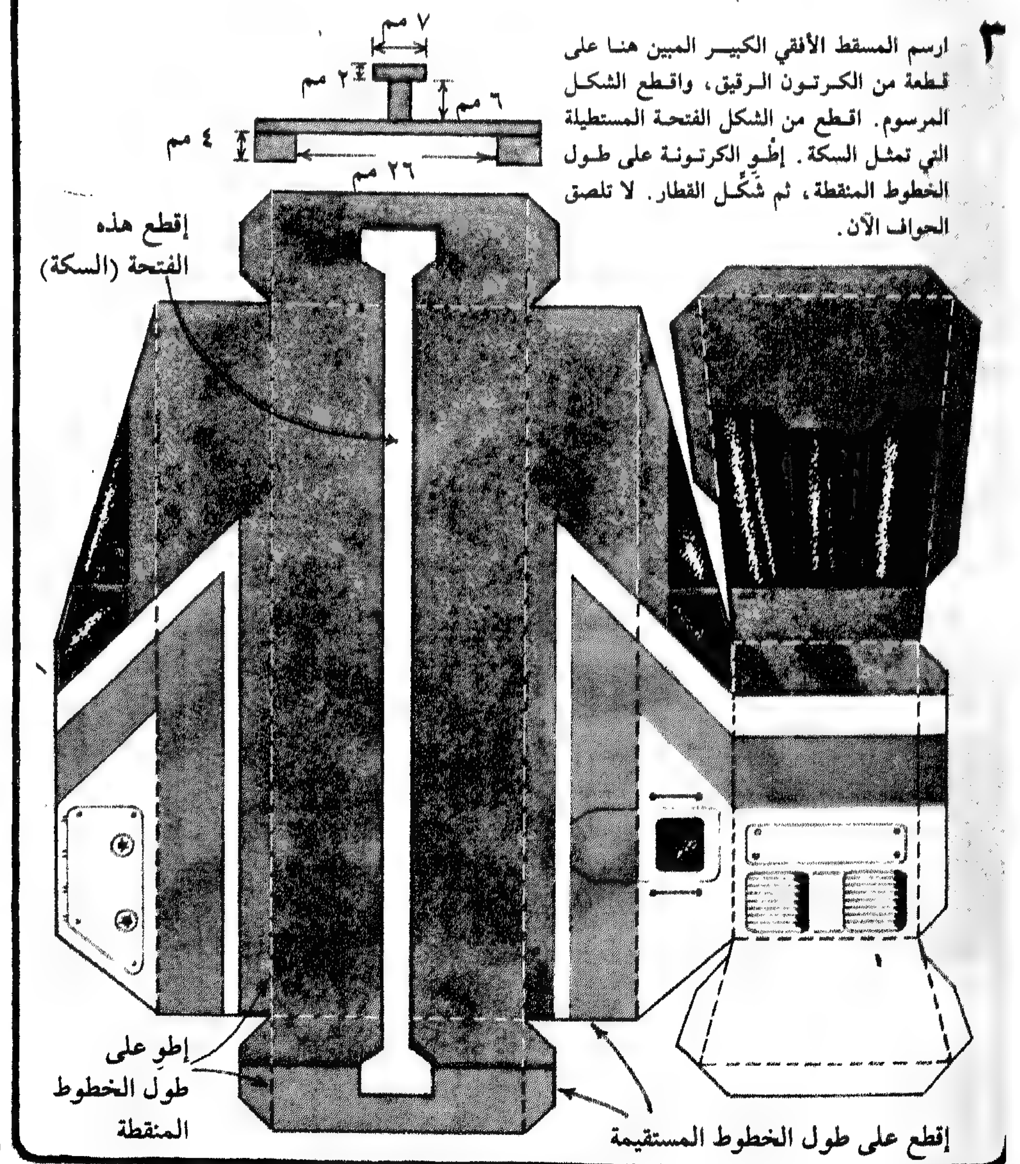
النقل بالرفع المغنطيسي



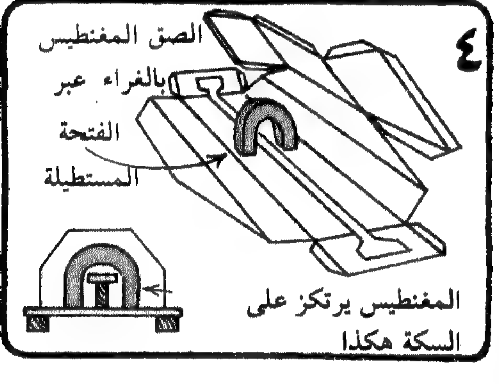
▲ المركبة المبينة (فوق) هي عربة اختبار لقطار يسير بالرفع المغنطيسي magnetic levitation (يسمى اختصاراً mag-lev) صنعته شركة الخطوط الجوية اليابانية، ليوصِّل بين مدينة طوكيو وميناثها الجوي الجديد «ناريتا». وتبلغ سرعة القطارات على هذا الخط ٣٠٠ كم/ساعة. وتستعمل قطاراتُ الرفع المغنطيسي محركاتٍ كهربائية لتوليد قوة مغنطيسية تعمل على دفع وتسيير القطار، ولكنها تعمل في الوقت نفسه على رفع القطار مسافة ١٠ مم فوق القضبان الحديدية. ويوضح النموذج المبين في أسفل طريقة من الطرق التي يمكن بها للمغنطيسية أن «تعلِّق» قطاراً فوق سكته الحديدية.



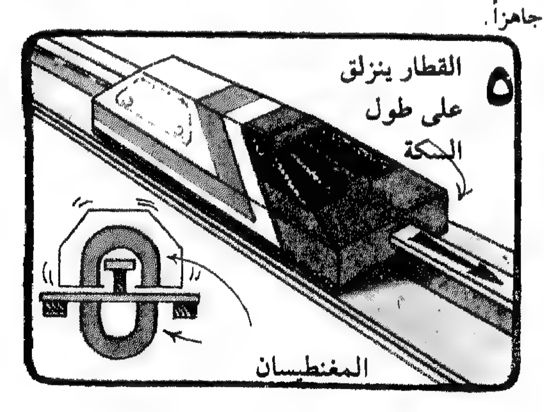
▲ تحتاج إلى مغنطيسين صغيرين على شكل حدوة الحصان، وإلى قطعة من ورق الكرتون السميك، وإلى قطعة أخرى من الكرتون الرقيق لصنع القطار. يجب أن يكون طول السكة ٥٠ سم على الأقل. تعطي الفقرة (٣) الأبعاد المضبوطة اللازمة لصنع القطار والسكة التي يسير عليها.



٣ ارسم المسقط الأفقي الكبير المبين هنا على قطعة من الكرتون الرقيق، واقطع الشكل المرسوم. اقطع من الشكل الفتحة المستطيلة التي تمثل السكة. إطْوِ الكرتونة على طول الخطوط المنقطة، ثم شَكِّل القطار. لا تلصق الحواف الآن.



▲ والآن ثبت مغنطيس القطار. استعمل الغراء أو شريط لصق (أو كليهما). ثبت المغنطيس عبر القطار، في منتصف طول الفتحة. إجعل التثبيت محكماً لكي يرتفع القطار أيضاً مع المغنطيس عند دفعه إلى أعلى بواسطة المغنطيس الموجود تحت السكة. إلصق الحواف بالغراء ليصبح القطار جاهزاً.



▲ ركِّب القطار على المجرى العلوي للسكة. حرك المغنطيس الثاني على طول المجريْن الموجودين أسفل السكة. يجب أن تتنافر أقطاب المغنطيسين، لا أن يجذب بعضُها بعضاً. عندما تزلق المغنطيس السفلي على طول السكة، فإنه يرفع القطار ويحركه في الوقت نفسه.

في نهاية الثمانينيات، سيتحكم في ٢٤١٠ كيلومتراً من الخطوط الحديدية البريطانية في المنطقة الجنوبية ما لا يزيد على ١٣ صندوق إشارة.

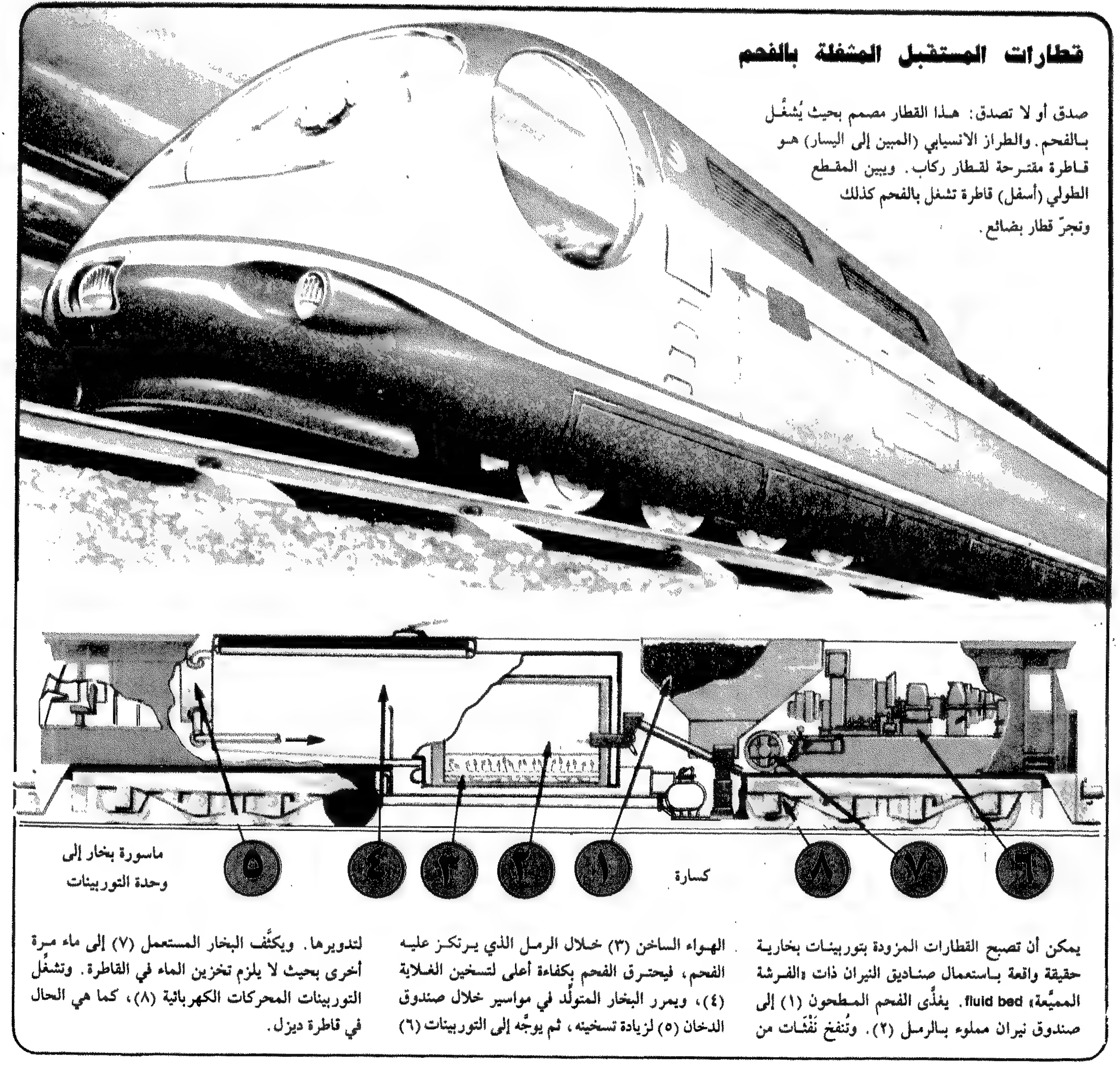
Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

قطارات المستقبل

زادت السرعات زيادة عظيمة منذ أن كانت سرعة القاطرة «الروكيت» ٤٦,٩ كم/ساعة. والرقم القياسي الحالي هو ٣٧٦,٩ كم/ساعة، ولكنه رقم حققته قاطرة تجريبية مزودة بمحرك للحثّ الطولي linear induction motor, (اختصاره LIM). والقطار الذي من هذا الطراز يُشغّله نوع من المحركات الكهربائية، ولكنه نوع يعمل على دفع القطار على طول سكة حديدية خاصة. وإنشاء هذه السكة باهظ التكاليف، لذلك فإن البديل الأرخص حالياً هو استخدام قاطرات تشبه النوع APT (أنظر صفحة ٢٦) وتسير على سكة حديدية عادية.

ومع حلول عام ٢٠٠٠، فإن البترول سيكون شحيحاً ومرتفع السعر. وأحد الحلول للخروج من هذا المأزق هو العودة إلى استعمال الفحم الذي توجد منه احتياطيات هائلة. والقطار المبين (في أسفل) بديل للقطارات المزودة بمحركات ديزل، وهو يُشغّل بالفحم.

وإذا ألقينا نظرة مستقبلية على القرن الحادي والعشرين، فسنجد أن الكهرباء قد تُولَّد عن طريق الجمع بين الاندماج النووي، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية، وطاقة المدّ والجزر. والقطار المذهل المبين إلى اليسار لا يمكن بناؤه وتشغيله إلاّ باستعمال مقادير هائلة من الطاقة الرخيصة التي يمكن أن توفرها تلك المصادر.



قطارات المستقبل المشغلة بالفحم

صدق أو لا تصدق: هذا القطار مصمم بحيث يُشغَّل بالفحم. والطراز الانسيابي (المبين إلى اليسار) هو قاطرة مقترحة لقطار ركاب. ويبين المقطع الطولي (أسفل) قاطرة تشغل بالفحم كذلك وتجرّ قطار بضائع.

يمكن أن تصبح القطارات المزودة بتوربينات بخارية حقيقة واقعة باستعمال صناديق النيران ذات «الفرشة المميّعة» fluid bed. يغذّى الفحم المطحون (١) إلى صندوق نيران مملوء بالرمل (٢). وتُنفخ نَفَثات من الهواء الساخن (٣) خلال الرمل الذي يرتكز عليه الفحم، فيحترق الفحم بكفاءة أعلى لتسخين الغلاية (٤)، ويمر البخار المتولّد في مواسير خلال صندوق الدخان (٥) لزيادة تسخينه، ثم يوجّه إلى التوربينات (٦) لتدويرها. ويكثّف البخار المستعمل (٧) إلى ماء مرة أخرى بحيث لا يلزم تخزين الماء في القاطرة. وتشغّل التوربينات المحركات الكهربائية (٨)، كما هي الحال في قاطرة ديزل.

في الولايات المتحدة الأمريكية يوجد قطار فاخر به تليفزيون ملون، وقاعتان للسينما، ويخصص مشرف واحد لخدمة كل ١٣ راكباً.

المحطة الكبرى:
الميناء الأرضي المركزي، عام ٢٠٨١

الركاب يستقلون القطار من خلال هذا الممر

«هويس هوائي» خارجي

شاحنات آلية للبضائع

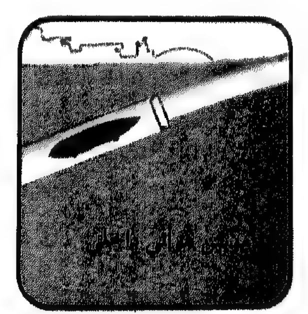
وسادتان تنطويان

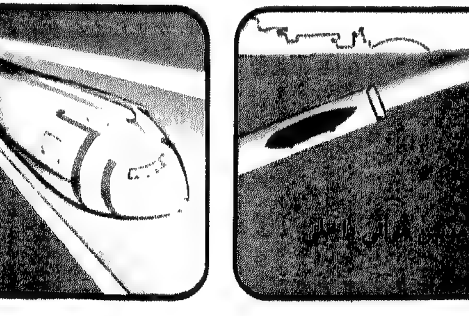
مركبات نفاثة للخدمة

إنك تشاهد هنا محطة أنفاق بين القارات يمكن أن تُشيَّد في القرن القادم. يوجد في أعلى الصورة ممر مفصلي يؤدي إلى باب كابينة القطار النفقي. وهنا يستقل الركاب، وعددهم ٦٠٠ راكب، قطارهم، على حين تقوم شاحنات آلية (روبوت) برص ١٠٠ حاوية للبضائع على السطح السفلي للقطار. وتشاهد في خلفية الصورة «حظائر القطارات»، كما تشاهد في مقدمة الصورة الفنيين وهم يقومون بعمليات الضبط الأخيرة للهويس الهوائي الموجود خارج النفق.

وعندما يكون كل شيء جاهزاً، يُحكَم غلق أبواب القطار، ثم ينزلق القطار ببطء إلى داخل «الهويس الهوائي» على وسائد هوائية قابلة للإنطواء. وينغلق الهويس الهوائي الخارجي، ثم يبدأ القطار رحلته السريعة في أعماق الكرة الأرضية.

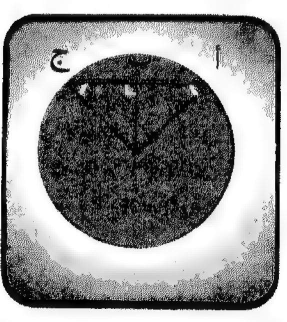
رحلة بسرعة عالية خلال الكرة الأرضية



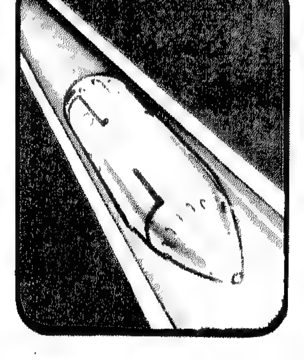


ينحدر القطار في النفق ماراً من خلال هويس هوائي داخلي. ويُضَخّ الهواء تماماً من النفق بحيث لا يَلْقى القطار أية مقاومة تُبطيء من سرعته.

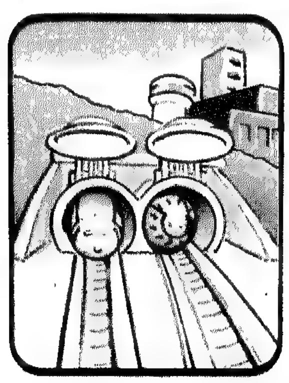
يغطس القطار في أعماق الأرض منطلقاً بسرعة تزيد على ١٢٠٠ كم/ساعة. ويُبْقيه الرفع المغنطيسي معلقاً في وسط النفق.



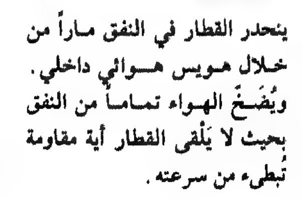
يكون الجزء الأول من الرحلة، أي من (أ) إلى (ب)، في اتجاه هابط. وبعد مرحلة استواء حول (ب)، يصعد القطار إلى وجهته النهائية عند (جـ).



يستجمع القطار قدراً عظيماً من السرعة أثناء هبوطه بحيث ينساب ذاتياً طوال الجزء الباقي من الرحلة. وتستعمل المحركات أثناء الدقائق القليلة الأخيرة.



تقوم أنظمة تحكم أوتوماتيكيا بفتح الهويس الهوائي عند مروق القطار واصلاً إلى المحطة النهائية لرحلته خلال الكرة الأرضية.



استعملت قطارات بدون سائقين لأول مرة في عام ١٩٢٧ على خط تحت الأرض لنقل البريد في لندن.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

ارقام قياسية للسكك الحديدية

فيما بين عامي ١٨٢٩ و ١٩٥٥ ارتفع الرقم القياسي العالمي للسرعة على السكك الحديدية من ٤٩,٥ كم/ساعة إلى ٣٣٠ كم/ساعة. ويقول مديرو السكك الحديدية أنه لكل زيادة في السرعات مقدارها ٢ كم/ساعة فإن هناك زيادة بنسبة ١٪ في الركاب.

ورغم وقوع حوادث عديدة، فإن الأمان في السكك الحديدية ممتاز بصفة عامة. وفي الثلاثين عاماً الأخيرة، كان منها خمسة أعوام لم تقع خلالها أي حوادث وفاة على الاطلاق لركاب السكك الحديدية البريطانية.

ولقد قتل أو جرح كثير من الأشخاص وهم يحاولون تحقيق أرقام قياسية لسرعات السيارات أو الطائرات أو المركبات المائية الجديدة. وحتى الآن، لم يمت أي شخص طوال ١٥٠ عاماً من محاولة رفع الرقم القياسي للسرعة على الخطوط الحديدية.

روكيت، انجلترا، ١٨٢٩

أنتيلوب، الولايات المتحدة، ١٨٤٨

جريت بريتانيا، انجلترا، ١٨٤٨

٩٩٩، أمريكا، ١٨٩٣

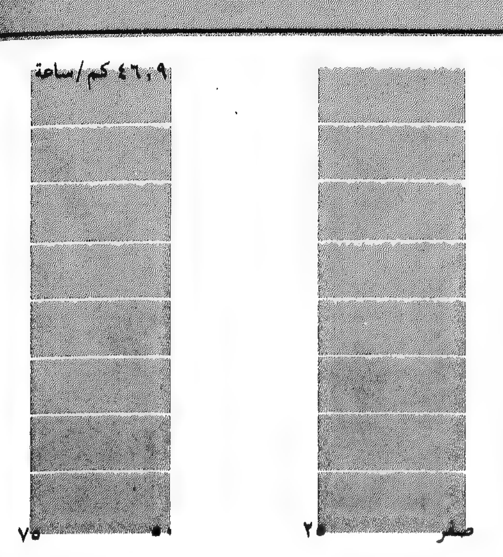
سيمنز/هالسكه، ألمانيا، ١٩٠٣

بورسيج 001 05، ألمانيا، ١٩٣٥

مالآرد، إنجلترا، ١٩٣٨

SNCF CC 7107، فرنسا، ١٩٥٥

السرعات بالكيلومترات في الساعة



أسرع شيء على الخطوط الحديدية

▲ في عام ١٩٥٩ انطلقت هذه الزلاّقة المزودة بمحركات صاروخية على السكة الحديدية المخصصة للتجارب والبحوث الحربية في نيو مكسيكو، الولايات المتحدة الأمريكية. ولقد حققت سرعة مذهلة، هي ٤٩٧٢ كم/ساعة، أثناء اختبارات السرعات العالية.

وبدلاً من الدروج على عجلات، فإنها كانت تنزلق على أحذية معدنية. وكانت الأحذية متوافقة بإحكام في شُقُوب (مشقبيات) على القضبان حتى لا تخرج عن الخط. ومقدمة الزلاقة هي في الواقع مقدمة طائرة من طراز «هَسْتلر B 58».

أعظم الكباري



▲ تبين الصورة (فوق) أقدم كوبري كابولي في العالم، ويرجع تاريخ افتتاحه إلى عام ١٨٩٠. وهو يعبر لساناً بحرياً في اسكتلندا، وطوله ٢,٥٤ كم. ويظهر في أعلى اليمين كوبري سكة حديد فايسن في سويسرا، ويبلغ

أطول سكة حديدية في العالم

المحيط الهادي

٥٠٠ كم صفر

استكملت السكة الحديدية عبر سيبيريا في عام ١٩١٦، وهي تخترق الاتحاد السوفييتي من موسكو إلى فلاديفستك، ومسافتها ٩٣٣٦ كم. وتستغرق الرحلة ٩ أيام بما في ذلك ٩٧ محطة وقوف.

فلاديفستك

الاتحاد السوفييتي

بحيرة بايكال

كراسكويارسك

شليابنسك

موسكو

أومسك

شيتا

إركوتسك

بتروبافلوفسك

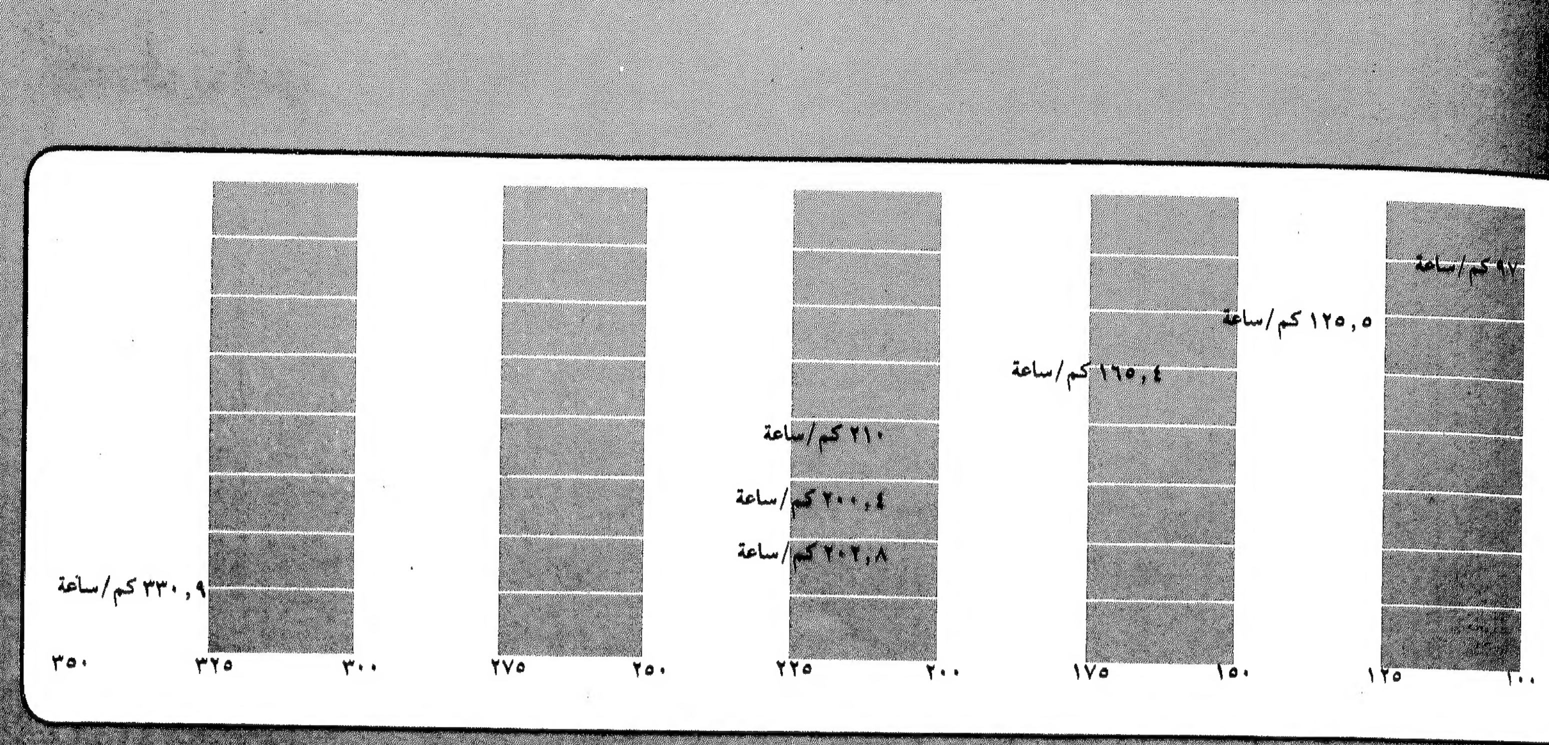
أطول سكة مستقيمة

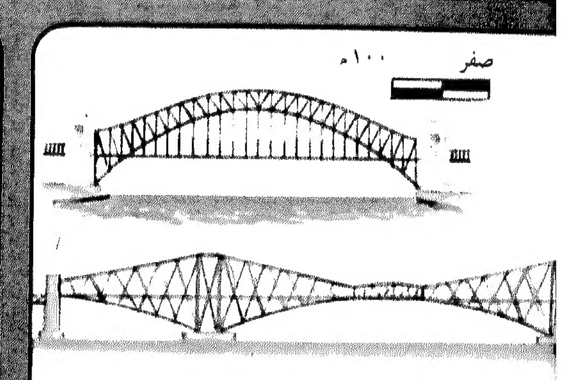


تشتمل السكة الحديدية عبر قارة أستراليا، في قسم منها، على أطول سكة مستقيمة في العالم. إذ لا توجد أي منحنيات على طول ٤٧٨ كم عند عبور الخط لسهل نولاربور الخالي من الأشجار.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)





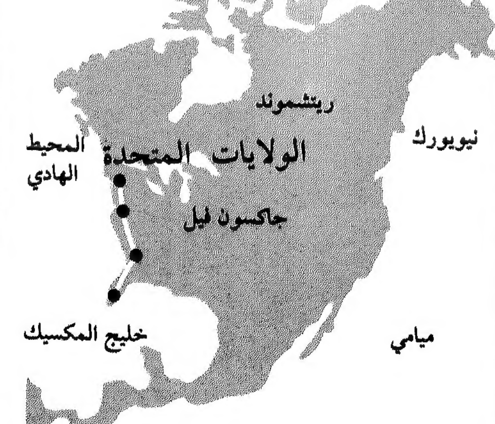


طول العقد المبني ٥٥ متراً. وإلى اليسار، أكبر كوبري عَقْدي من الفولاذ في العالم، وهو يعبر ميناء سيدني في أستراليا، وطوله ١,١٥ كم.

أقوى قاطرات ديزل

▲ تعتبر قاطرات «أميريكان سِنْتنيال» أقوى قاطرات ديزل كهربائية في العالم. وهي تسمى «سنتنيال» Centennial، لأن أولاها بنيت في عام ١٩٦٩، أي بعد قرن من افتتاح أول سكة حديدية عبر القارة في الولايات المتحدة. وهي تقطر عربات بضائع، وأقصى سرعة لها ١١٥كم/ساعة. ويبلغ طول القاطرة ٢٩ متراً ووزنها ٢٢٩ طناً.

أطول مسيرة بدون توقف





«السلفر متيور» Silver Meteor من أحدث القطارات الفاخرة السريعة في الولايات المتحدة الأمريكية. ويشتمل طريقه على أطول مسيرة بدون توقف في العالم - ١٠٦٠ كم بين ريتشموند بولاية فرجينيا وجاكسون فيل بولاية فلوريدا.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

كشاف تحليلي

مطابع الشروق
القاهرة: ١٦ شارع جواد حسني ـ هاتف : ٣٩٣٤٥٧٨ ـ فاكس : ٣٩٣٤٨١٤
بيروت : ص ب : ٨٠٦٤ ـ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٧٦٥ ـ ٨١٧٢١٣


Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)



هذه السلسلة

كل كتاب من كتب هذه السلسلة يصحب القارئ فى رحلة مثيرة من الحقائق العلمية ، المبنية على الأفكار الحالية للخبراء والعلماء ، بنظرة مستقبلية حتى عام ٢٠٠٠ ومابليه .

وهى مكتوبة بأسلوب سَلِس مشوِّق ، مع التوسع فى الأشكال والصور التوضيحية الملونة .

فكتاب **الإنسان الآلى (الروبوت)** يعرض مختلف مجالات التقدم العلمى والتكنولوجى التى يمكن توقُّعها فى القرن الحادى والعشرين .

ومدن المستقبل يناقش الظروف المعيشية ، سواء على الأرض أو فى المستعمرات الممكن إقامتها على العوالم الأخرى .

والسفر إلى النجوم يُصوِّر نُظُم التنقُّل عَبْر الفضاء ، وإمكانيات تطويرها فى المستقبل .

والطائرات النفاثة يروى قصة الطيران بسرعات عالية منذ اختراع المحرك النفاث وحتى المشروعات التى لاتزال تحت الدراسة حاليا .

والنجوم والكواكب دليل مفيد للمبتدىء عن العالم الذى نعيش فيه وتأخذ القارئ فى رحلة بين المناظر المألوفة لديه فى سماء الليل وتعبر به إلى حدود المجهول بين النجوم والكواكب .

وسفر الفضاء يتحدث فى لغة سهلة ومشوقة مع أكثر من ١٠٠ رسم توضيحى ملون عن قصة عصر الفضاء .

والقطارات الفائقة يتحدث ليس فقط عن القطارات الفائقة التى حققت أرقاما قياسية ، بل وعن قطارات البضائع وقطارات الأنفاق ويشرح الكثير من المعلومات عن القاطرات فى الماضى والحاضر بل وفى المستقبل أيضا .

والسيارات الفائقة يشرح تاريخ السيارات وتطورها وأنواعها والشركات التى تصنعها وكذلك يعرض الأفكار والتصميمات الخيالية إلى جانب مايجب أن تعرفه عن هندسة السيارات .

وكل كتاب يحتوى على مجموعة من التجارب المشوِّقة التى يمكن أن يستمتع القارئ بتنفيذها بنفسه .















